

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA  
CAMPUS DI CESENA  
SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA  
CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA A CICLO UNICO IN ARCHITETTURA

**IL PAESAGGIO DELL'APPRENDIMENTO:  
UNA NUOVA SCUOLA PRIMARIA A RIMINI,  
VILLAGGIO PRIMO MAGGIO**

Tesi in  
LABORATORIO DI SINTESI FINALE: ARCHITETTURA SOSTENIBILE 18 CFU

Relatore  
Arch. Ernesto Antonini

Presentata da  
Sarika Bally  
Tommaso Onori

Correlatore  
Arch. Kristian Fabbri

Sessione III  
Anno Accademico 2013/2014



ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA  
CAMPUS DI CESENA  
SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA  
CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA A CICLO UNICO IN ARCHITETTURA

**IL PAESAGGIO DELL'APPRENDIMENTO:  
UNA NUOVA SCUOLA PRIMARIA A RIMINI,  
VILLAGGIO PRIMO MAGGIO**

Tesi in  
LABORATORIO DI LAUREA: ARCHITETTURA SOSTENIBILE

Relatore  
Arch. Ernesto Antonini

Presentata da  
Sarika Bally  
Tommaso Onori

Correlatore  
Arch. Kristian Fabbri

Sessione III  
Anno Accademico 2013/2014

<b>Indice</b>	<b>3</b>
<b>Abstract</b>	<b>4</b>
<b>1. Come deve essere una scuola</b>	<b>5</b>
1.1 La scuola del passato	
1.2 La scuola del futuro	
<b>2. Edilizia scolastica in Europa</b>	<b>9</b>
2.1 Una scuola senza carta: Ørestad Gymnasium - Danimarca	
2.2 Dalla scuola al civic center: 4het Gymnasium - Olanda	
2.3 Senza pareti e senza classi: TelefonPlan - Svezia	
2.4 L'officina che insegna: Scuola Stömberg - Finlandia	
<b>3. Edilizia scolastica in Italia</b>	<b>19</b>
3.1 Analisi e dati della XV edizione di Ecosistema scuola, Legambiente	
3.2 Evoluzione della normativa: dal 1975 ad oggi	
3.3 Il D.M. del 18/12/1975	
3.4 Le nuove Linee Guida del Miur	
<b>4. Edilizia scolastica in Emilia Romagna:     un'anagrafe in via di compilazione</b>	<b>33</b>
4.1 La ricerca	
4.2 I risultati	
4.3 L'archivio	
<b>5. Una nuova scuola primaria a Rimini</b>	<b>43</b>
5.1 il bando di gara	

<b>6. Il progetto</b>	<b>47</b>
6.1 Analisi del contesto	
6.2 Criticità e strategie adottate	
6.3 Concezione degli spazi	
6.4 Distribuzione degli spazi interni	
6.5 L'atrio e gli spazi comuni	
6.6 Il concept degli spazi didattici: l'aula di Hertzberger	
6.7 Le aule	
6.8 I laboratori	
6.9 Un percorso nel verde	
6.10 La luce naturale	
6.11 I tubi	
6.12 La copertura	
6.13 L'involucro	
6.14 Gli impianti	
<b>Bibliografia</b>	<b>94</b>
<b>Allegati</b>	<b>97</b>
<b>Indice delle figure</b>	<b>201</b>
<b>Indice degli elaborati</b>	<b>205</b>

## **Abstract**

Oggetto di questa tesi di laurea è la progettazione di una nuova scuola primaria in Via Bidente, località Villaggio Primo Maggio a Rimini.

La tesi parte da un progetto preliminare, elaborato dall'ufficio tecnico del Comune di Rimini, sulla base del quale, nel settembre 2013, è stato indetto un appalto integrato con procedura aperta per l'affidamento sia della progettazione esecutiva che della realizzazione della scuola. L'intervento si era reso necessario poiché la vecchia scuola non era più in grado di far fronte alle esigenze del quartiere, investito da un intenso sviluppo che ne aveva aumentato sensibilmente gli abitanti e quindi la popolazione scolastica.

La tesi ha assunto gli obiettivi e i dimensionamenti fissati dal Bando di gara: quindici aule, sei laboratori, palestra, biblioteca, mensa, sala insegnanti, area verde, parcheggio, pista ciclopedonale.

Per definire le strategie di progetto da adottare, è stata effettuata un'analisi dell'area dalla quale sono emerse esigenze e criticità del quartiere.

A scala urbana la viabilità e la fruibilità del lotto risultano inadeguate, e per correggerle, si è prevista la realizzazione di una nuova pista ciclabile e di un parcheggio.

Inoltre professionisti esperti e di comprovata esperienza in materia hanno condotto studi approfonditi ed attente valutazioni di carattere ambientale, riguardanti l'inquinamento elettromagnetico, acustico ed atmosferico.

Per limitare l'inquinamento acustico a cui la scuola risulterebbe esposta, è stata prevista la realizzazione di alcuni tratti di barriere fonoassorbenti lungo il perimetro dell'area di progetto al fine di proteggerla dalle fonti di rumore maggiormente impattanti.

Al centro delle strategie progettuali c'è il bambino, che diventa il vero committente, ossia il soggetto di cui soddisfare esigenze e desideri. Si è

cercato quindi di realizzare un ambiente confortevole e sicuro in cui i bambini si sentano a proprio agio.

A scala architettonica si è pensata a una distribuzione degli spazi che permetta di sfruttare a pieno le potenzialità degli ambienti attraverso una collocazione delle funzioni su tre diverse fasce longitudinali: servizi nella zona nord, connettivo e aule a sud.

Inoltre è stato studiato uno schema distributivo in linea con le esigenze dei nuovi modelli pedagogici, in particolare: aule e laboratori adattabili, spazi per l'apprendimento di gruppo sia all'interno che all'esterno dell'edificio, i cui spazi di distribuzione sono dimensionati per poter ospitare anche funzioni didattiche. Ogni scelta adottata vuol far sì che tutto l'edificio diventi fonte di insegnamento per i bambini, una sorta di paesaggio dell'apprendimento.

# 1. Come deve essere una scuola

Kaisa Nuikkinen, capo degli architetti del Dipartimento dell'Istruzione della città di Helsinki, esamina l'evoluzione dell'architettura scolastica rispetto alle filosofie educative.

*“L'architettura scolastica è guidata da specifiche esigenze pedagogiche, influenzata dalle situazioni storiche, sociali, politiche ed economiche che riflettono le aspirazioni e gli ideali educativi del proprio tempo. La finalità dell'istruzione è quella di trasmettere la nostra tradizione culturale da una generazione all'altra, di aiutare gli studenti a sviluppare competenze critiche, di creare un nuovo capitale culturale, di introdurre nuovi paradigmi di pensiero e pratiche, e di dotare gli studenti delle competenze necessarie per inserirsi attivamente nel mondo del lavoro e nella società”<sup>1</sup>.*

L'apprendimento che è indissolubilmente legato a un contesto, a una situazione, a un ambiente e a una cultura nei quali si acquisisce e si applica la conoscenza. La missione di ciascuna scuola è di promuovere l'apprendimento che è inseparabile dall'ambiente fisico in cui ha luogo, e l'architettura è parte integrante della progettazione funzionale dell'ambiente scolastico.

Assunto che la natura dell'apprendimento è fortemente influenzata dal contesto fisico e spaziale in cui ha luogo dal contesto, l'architettura di una scuola deve puntare a obiettivi coincidenti con quelli a cui si ispira la scuola stessa nelle sue attività formative.

Lo scopo principale di tutte le scuole è di assicurare che ogni giorno sia un giorno buono e sicuro per tutti gli studenti, fornendo il migliore ambiente possibile per il loro benessere per il loro sviluppo e per il loro apprendimento personale. Ci sono molti diversi modi di apprendere:

---

<sup>1</sup> Kasvio M., The Best School in the World, Museum of Finnish Architecture, 2011, pag. 10

facendo, sperimentando, ricercando, categorizzando, confrontando, analizzando e valutando. L'apprendimento impiega tutti i sensi, e ci sono varie tecniche per raggiungere questo obiettivo: studio autonomo, lavoro in coppia, esercitazioni di gruppo, gioco e drammatizzazione

## 1.2 La scuola del passato

*“L'apprendimento aveva luogo in un'aula standardizzata, con l'insegnante che impartiva la lezione agli studenti seduti nei banchi in file ordinate.*

*La porta chiusa definiva la classe come territorio privato dell' insegnante, a cui era demandata la responsabilità di tutto l'apprendimento, che si svolgeva entro quelle pareti isolate. La porta simboleggiava anche il fatto che per muoversi gli studenti dovevano chiedere permesso all'insegnante.*

*Le scuole assomigliavano a fabbriche o istituti come le caserme, gli ospedali psichiatrici o le prigioni. Come queste istituzioni le scuole richiedevano disciplina e forza d'animo. I compiti erano concepiti come lavoro forzato, così i pochi intervalli ricreativi erano vissuti dagli studenti come momenti liberatori”<sup>2</sup>.*

Così Kaisa Nuikkinen, ritrae la scuola di ieri.

In passato non c'era l'abitudine di chiedersi che cosa insegnavano gli insegnanti e come erano fatte le scuole. Gli interni degli edifici scolastici riportavano alla memoria lo *scriptorium* medievale, le biblioteche dove i monaci, gli scribi, lavoravano in ordinate file seduti nei banchi. Gli alunni sedevano in file ordinate e ascoltavano attentamente l'insegnante che faceva lezione seduta alla cattedra con accanto la lavagna: questo era lo scenario didattico autoritario dell'aula tradizionale.

---

<sup>2</sup> Kasvio M., The Best School in the World, Museum of Finnish Architecture, 2011, pag. 11

## 1.3 La scuola del futuro

Nel settembre 2010 a Vienna si è tenuto un incontro internazionale organizzato dall'OCSE CELE<sup>3</sup> intitolato "IMAGINE! Exploring Radical Visions for Tomorrow's Schools... and How to Make Them Work." La conferenza verteva su tematiche relative all'organizzazione degli spazi scolastici nella scuola del domani caratterizzata da ambienti trasparenti, adattabili e flessibili. I nuovi metodi di apprendimento stanno in modo crescente rimodellando la progettazione degli edifici scolastici. Sale di accoglienza e luoghi per piccoli gruppi, laboratori, zone per il lavoro autonomo, per lo studio individuale e per le attività pratiche mettono in evidenza un approccio centrato sullo studente piuttosto che sull'insegnante.

Poter modificare lo spazio consentirà di aumentare il tempo di utilizzo della scuole e l'adattabilità degli spazi si estenderà anche all'esterno offrendosi alla comunità locale. I luoghi che alla mattina sono strettamente legati alla sfera didattica, alla sera forniranno, un posto dedicato alle varie attività ricreative e agli incontri, non solo per studenti e insegnanti, ma anche per la più ampia comunità.

Anche il concetto di classe sembra definitivamente tramontato e con esso quello di aula scolastica.

Pertanto la scuola di domani sarà senza aule e corridoi, uno spazio flessibile e polifunzionale dove si sovrapporranno relazioni, informazioni, componenti architettonici e materiali. Spazi polivalenti dove gruppi di alunni si compongono e scompongono a seconda degli interessi e delle competenze, ogni superficie avrà una propria valenza educativa. Il modello di riferimento è quello degli ambienti *on line* in cui si praticherà

---

<sup>3</sup>OCSE Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico  
CELE Centre for Effective Learning Environments, Centro per un efficace ambiente d'apprendimento



una didattica coinvolgente, che non teme pareti trasparenti e favorisce la condivisione.

Le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione prenderanno sempre più piede, per cui gli spazi scolastici dovranno essere strutturati in maniera adeguata da poter consentire agli studenti, al personale scolastico, e a tutti gli utenti dell'edificio scolastico, l'accesso continuato 24 ore su 24 alla rete mondiale di informazione.

Queste modalità di funzionamento e di organizzazione degli spazi scolastici implicano necessariamente una trasformazione radicale della professione docente che, come è stata fin qui concepita, è al capolinea. Si pone l'esigenza di una molteplicità di figure/funzioni, quali specialisti dei media, coach personali degli allievi, coach generali di gruppi di allievi e di insegnanti, esperti delle discipline e delle metodologie.

Inoltre gli edifici scolastici esistenti dovranno essere non solo restaurati ma anche trasformati e adattati alle nuove esigenze e secondo i nuovi criteri di spazi aperti, scuole senza classi.

Le nuove scuole saranno quindi senza pareti, ospiteranno atelier attrezzati per la produzione di oggetti o per la sperimentazione, saranno motore del territorio in grado di valorizzare istanze sociali, formative e culturali.

## **2. L'edilizia scolastica in Europa**

Negli ultimi anni le scuole europee hanno intrapreso un percorso di ripensamento per quanto attiene all'architettura degli spazi interni ed esterni, favorendo l'introduzione di nuovi modelli di organizzazione della didattica e degli apprendimenti.

In particolare analizziamo 4 casi di eccellenza di scuole europee – Danimarca, Olanda, Svezia, Finlandia - cui gli spazi modulari e polifunzionali sono facilmente configurabili ed in grado di rispondere a contesti educativi sempre in evoluzione.

Scuole senza aule con spazi individuali e atelier per esperimenti e attività creative, corridoi che diventano aree per attività informali, mense e cucine integrate con l'attività formativa, attenzione alla città con un'offerta che includa anche attrezzature per il territorio quali auditorium, biblioteche ma anche centri per società culturali e sportive, negozi e librerie e connessioni veloci con il trasporto pubblico e le piste ciclabili.

## 2.1 Una scuola senza carta: Ørestad Gymnasium – Copenhagen, Danimarca

LOCALITA'	Copenhagen, Danimarca
ANNO	2007
COMMITTENTE	Comune di Copenhagen
DIMENSIONI	12000 m <sup>2</sup>
ARCHITETTO	3XN
STUDENTI	715
ETA' STUDENTI	16-19 anni
CLASSI	15

La scuola si colloca in un'area nuova tra Copenhagen e l'aeroporto, edificata a partire dai primi anni del 2000, con lo scopo di creare un nuovo polo di sviluppo e traino culturale in risposta alla crescente domanda da parte della popolazione e delle attività economiche della città in rapida espansione.



Fig. 1 – Esterno “Quando lo spazio insegna, Indire



Fig. 2 – Atrio centrale “Quando lo spazio insegna, Indire

L'edificio si erge su quattro piani caratterizzati da strutture e arredi mobili, l'apertura rispetto al piano ruota attorno all'asse della scala che non è solo un elemento di passaggio e transito ma è parte di un ambiente abitabile e vissuto. Diventa così una piazza verticale.

L'esterno è ornato da una serie di lamelle colorate che filtrano luce all'interno. Nel piano terra si trovano l'area mensa, gli uffici amministrativi

e la palestra. Tutti questi ambienti sono caratterizzati dalla massima flessibilità in quanto dotati di dispositivi mobili o scorrevoli che permettono diverse fruizioni a seconda della necessità<sup>4</sup>.

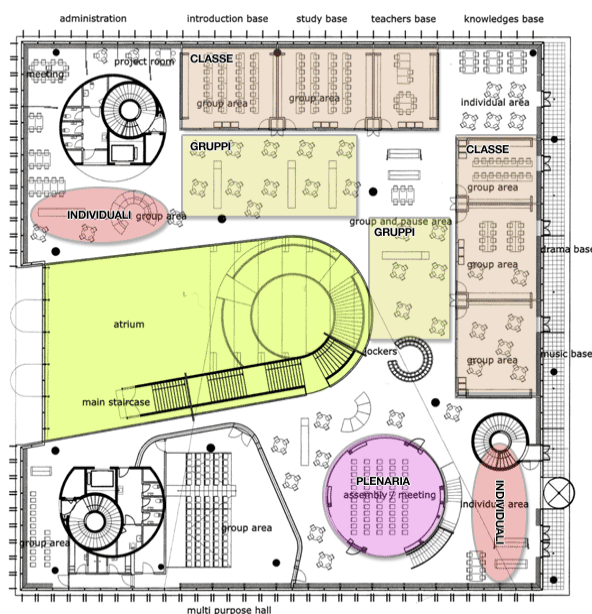


Fig. 3 – Pianta piano terra “Quando lo spazio insegna, Indire

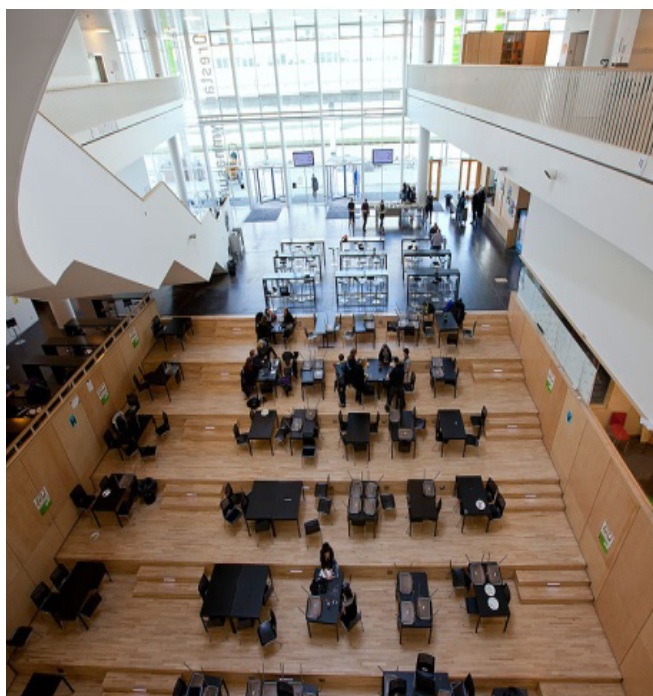


Fig. 4 – Mensa “Quando lo spazio insegna, Indire

<sup>4</sup> Convegno MIUR Indire, *Quando lo spazio insegna. Nuova architettura per la Scuola del nuovo millennio*, Genova, 2012

## 2.2 Dalla scuola al civic center: 4het Gymnasium - Amsterdam, Olanda

LOCALITA'	Amsterdam, Olanda
ANNO	2008
DIMENSIONI	4000 m <sup>2</sup>
STUDENTI	650
ETA' STUDENTI	11-18 anni
CLASSI	30

La scuola è collocata nel quartiere di Outhavens ad Amsterdam, un'area in via di sviluppo ed espansione. L'offerta formativa mira alla valorizzazione dei talenti di tipo artistico degli studenti, non mancano però le discipline classiche alla base della formazione liceale.



Fig. 5 – Vista del quartiere di Outhavens “Quando lo spazio insegna”, Indire



Fig. 6 – Corte interna “Quando lo spazio insegna”, Indire

La forma della scuola definita a corte assume un sua importanza: oltre ad essere uno spazio di socializzazione, crea un senso di appartenenza e sicurezza poiché favorisce la percezione di benessere dello studente.



Nella distribuzione degli spazi interni, l'atrio gioca un ruolo fondamentale come punto di ritrovo frequentato dagli studenti sia durante gli intervalli che durante le ore di pausa o ancora per la realizzazione degli spettacoli. Poiché si tratta di una scuola che valorizza le competenze canore e artistiche degli studenti, un elemento essenziale è il palcoscenico, realizzato in ardesia. Queste pareti diventano superfici significative dove gli studenti possono esprimere la loro creatività.

Le classi sono caratterizzate da pareti di vetro che rappresentano un punto di connessione con gli spazi comuni.



Fig.7 – Palcoscenico “Quando lo spazio insegna”, Indire



Fig.8 – Aule “Quando lo spazio insegna”, Indire

Al secondo piano gli spazi di collegamento vengono utilizzati in maniera flessibile dagli studenti, per studiare da soli e in compagnia in quanto arredati con poltroncine e tavolini.

La mediateca è uno spazio diviso in maniera funzionale a possibili attività individuali e di gruppo oppure utilizzato per attività collaborative realizzate dagli insegnanti con gli studenti. Anche la palestra è utilizzata per molteplici scopi sia per attività sportive, ma anche come luogo dove trascorrere del tempo per studiare in quanto dotata di divani, tavoli e poltrone<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Convegno MIUR Indire, *Quando lo spazio insegna. Nuova architettura per la Scuola del nuovo millennio*, Genova, 2012

## 2.3 Senza pareti e senza classi: Vittra TelefonPlan Stoccolma, Svezia

LOCALITA'	Stoccolma, Svezia
ANNO	2011
DIMENSIONI	600 m <sup>2</sup>
ARCHITETTO	Rosan Bosh
STUDENTI	250
ETA' STUDENTI	6-11 anni

L'edificio originale era la fabbrica della Ericcson, una delle più grandi aziende svedesi di telefonia mobile. Per motivi di vincoli architettonici la struttura originale è rimasta intatta, l'esterno è stato rimodernato e gli interni sono stati rimodulati creando un grande open-space nel quale si collocano gli spazi adibiti alle lezioni. Dal sopraelevamento dell'area didattica è stato ricavato uno spazio per la mensa e i laboratori.



Fig.9 – Esterno “Quando lo spazio insegna”, Indire



Fig.10 – Pianta piano terra “Quando lo spazio insegna”, Indire

I bambini hanno diverse esigenze: riunirsi in gruppo, riflettere da soli, lavorare con le mani, la voce ed il corpo, avere spazi di introspezione o relazione dove ascoltano una persona che parla o dove mostrano i risultati dei loro lavori. I cinque ambienti della scuola sono stati creati con la volontà di rispondere a ciascuna di queste esigenze.

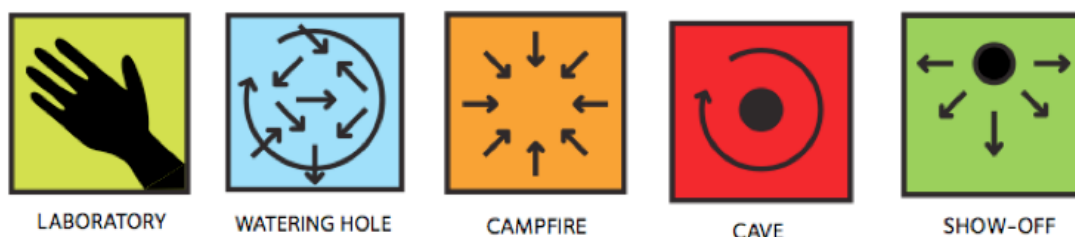


Fig.11 – Schema dei 5 ambienti “Quando lo spazio insegna”, Indire

Il laboratorio si propone come un luogo polifunzionale dove recuperare la dimensione manipolativo-esperenziale. Le aree di ritrovo informale costituiscono un altro dei momenti chiave dell'apprendimento: punto di incontro e di scambio sono molto importanti nelle dinamiche relazionali tra i bambini.

Una particolarità di questa scuola risiede nel fatto che gli studenti al loro arrivo si tolgono le scarpe, depositano giacche e zaini negli armadietti che trovano all'ingresso.

Un luogo molto particolare è la caverna, spazio personale e privato nell'ambito del quale ciascun alunno trova le condizioni per riflettere o leggere in silenzio.

Un altro spazio di grande valore è il teatro, luogo di incontro utilizzato per mostrare i lavori di gruppo, vedere un film oppure inscenare delle rappresentazioni teatrali. La palestra è adibita alle attività di educazione motoria ma può ospitare anche giochi, balli o karaoke.

Telefonplan non rinuncia all'aula chiusa: stanze che sembrano tradizionali in realtà hanno davvero poco di convenzionale, caratterizzate da tavoli rettangolari o isole che facilitano processi di discussione e interazione in cui i bambini sono aggregati per competenze e non per età<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Convegno MIUR Indire, *Quando lo spazio insegna. Nuova architettura per la Scuola del nuovo millennio*, Genova, 2012





Fig.12 – Area di ritrovo “Quando lo spazio insegna”, Indire



Fig.13 – Aula “Quando lo spazio insegna”, Indire

## 2.4 L'officina che insegna: Scuola Stömberg Helsinki, Finlandia

LOCALITA'	Helsinki, Finlandia
ANNO	2001
ARCHITETTO	K.Järvinen, M.Nieminen
ETA' STUDENTI	7-13 anni

L'edificio accoglieva una vecchia officina meccanica situata in una zona industriale dismessa, attualmente è un asilo e una scuola secondaria inferiore. Ogni mattina nel nuovo atrio viene acceso un accogliente fuoco che scoppietta nel camino come una sorta di salotto domestico.

La vecchia e angusta entrata è stata aperta con partizioni di vetro e ampi lucernari e, attualmente, l'intero edificio mostra colori più lievi e luminosi. Sopra l'atrio principale si trova un giardino invernale e un loft per la lettura.

Le aule sono disposte su due piani e allineate lungo un corridoio che percorre l'edificio in tutta la sua lunghezza. Ogni aula è condivisa da due classi, non ci sono banchi ma semplici box dove gli alunni possono mettere tutto il necessario. L'edificio ospita numerosi laboratori, dove classi eterogenee per età imparano facendo e sperimentando, secondo i principi pedagogici di Célestin Freinet<sup>7</sup>.

Dell'architettura finlandese si notano elementi ormai caratteristici della maggior parte delle scuole nuove:

- ampi spazi aperti, adattabili e flessibili
- atri come luoghi di incontro
- spazi per piccoli gruppi
- zone per il lavoro individuale

---

<sup>7</sup> Kasvio M., The Best School in the World, Museum of Finnish Architecture, 2011, pag. 14



Fig.14– Atrio centrale da "The Best School in the World", pag 14



Fig.15 – Esterno da "The Best School in the World", pag 15



Fig.16 – Aula da "The Best School in the World", pag 15

### 3. Edilizia scolastica in Italia

*“L’edilizia scolastica nel nostro Paese rappresenta una vera e propria emergenza nazionale. Lo stato e la qualità degli edifici scolastici di un territorio rappresentano un indicatore di quanto una comunità investa nel benessere, la sicurezza e la formazione dei cittadini più giovani.”<sup>8</sup>*

La riqualificazione del patrimonio dell’edilizia scolastica è affidato agli Enti locali con il contributo di finanziamenti dello Stato, attualmente molto inferiori rispetto ai bisogni reali. Urgenza non quantificabile poiché l’Anagrafe scolastica, il censimento di tutti gli edifici scolastici iniziato nel 1996, non è ancora stato terminato.

Occorre infatti, superare la logica dell’interventi, prevalentemente sui casi di emergenza per arrivare ad una programmazione degli interventi e della manutenzione ordinaria e straordinaria, prevedendo anche un piano di riqualificazione per la messa in sicurezza, la bonifica e la sostenibilità degli edifici scolastici.

---

<sup>8</sup> Legambiente, Edifici Scolastici

### 3.1. Analisi e dati della XV edizione di Ecosistema scuola, Legambiente

Legambiente ogni anno presenta il rapporto Ecosistema Scuola che riporta i dati del monitoraggio sullo stato degli edifici scolastici e i servizi delle scuole per l'infanzia, primaria e secondaria di primo grado in 94 province d'Italia.

Nella XV edizione, indagine relativa all'anno 2013, i temi principali affrontati sono: sicurezza e qualità degli edifici scolastici, differente qualità del patrimonio edilizio tra nord e sud, investimenti, servizi e buone pratiche ecosostenibili.

La graduatoria finale mostra un primato del nord Italia per quanto concerne la qualità dell'edilizia scolastica con la città di Trento al primo posto seguita da Pordenone e Forlì. Le città del sud restano indietro con la città di Lecce che appare solo a metà classifica.

#### Edifici e sicurezza

Dall'indagine emerge che il 58% delle scuole è stato costruito prima dell'entrata in vigore della normativa antisismica del 1974 e solo il 3,3% tra il 2001 e il 2013.

ANNO DI REALIZZAZIONE EDIFICI SCOLASTICI	
Edifici realizzati prima del 1900	5,2%
Edifici realizzati tra il 1900 e il 1940	12,7%
Edifici realizzati tra il 1941 e il 1974	40,0%
Edifici realizzati tra il 1975 e il 1990	29,8%
Edifici realizzati tra il 1991 e il 2000	9,0%
Edifici realizzati tra il 2001 e il 2013	3,3%

Fig.17– Dati relative all'anno di realizzazione da "Ecosistema scuola, XV rapporto di Legambiente", pag 13

Conseguentemente il 32% degli edifici necessita di interventi urgenti di manutenzione mentre il 47% è stato oggetto di manutenzione straordinaria negli ultimi 5 anni. Molte scuole si trovano in aree a rischio sismico (8%), idrogeologico (9%) e vulcanico (41%); poche sono dotate di certificato prevenzione incendi (30%) o di una verifica di vulnerabilità sismica (22%). Solo lo 0,6% delle scuole sono state costruite secondo criteri di bioedilizia e il 7,8% quelle edificate con criteri antisismici.

EFFICIENZA E SICUREZZA	ANNO 2010*	ANNO 2011*	ANNO 2012*	ANNO 2013*
Edifici costruiti secondo criteri di bioedilizia	0,4%	0,7%	0,6%	0,6%
Edifici costruiti secondo criteri antisismici	10,3%	8,2%	8,8%	7,8%
Edifici in cui è stata eseguita la verifica di vulnerabilità sismica	24,8%	27,5%	27,3%	22,2%
Edifici in cui è stata eseguita la verifica di vulnerabilità antisismica nei Comuni a rischio sismico (zona 1 e 2)		32,4%	21,1%	14,3%
* Anno di riferimento dati				

Fig.18– Dati relative all'efficienza e la sicurezza da "Ecosistema scuola, XV rapporto di Legambiente", pag 14

Riguardo l'accessibilità, in crescita il numero di edifici con requisiti di legge (84%), in calo però quelli in cui sono prevista l'eliminazione delle barriere architettoniche.

*“La messa in sicurezza e la riqualificazione energetica degli edifici scolastici devono essere uno degli obiettivi prioritari di questo Paese e un’occasione dalla quale partire per creare un altro sviluppo, per contribuire alla rigenerazione urbana, ma soprattutto per far uscire l’edilizia scolastica italiana dall’attuale stato di emergenza in cui si trova. Abbiamo bisogno di scuole più sicure ed energeticamente efficienti”.*

Queste sono le parole di Vittorio Cogliati Dezza, presidente nazionale di Legambiente, il quale commenta la situazione critica degli edifici scolastici nel nostro Paese.



## Servizi

Per quanto riguarda la qualità dei servizi, si registra crescente il numero delle scuole dotate di strutture sportive con un aumento del 10% ma con un peggioramento dall'offerta dei servizi (mensa, palestra, biblioteca, giardini o aree verdi, scuolabus) a causa di minore disponibilità economica dei singoli comuni.

ALTRI SERVIZI	ANNO 2010*	ANNO 2011*	ANNO 2012*	ANNO 2013*
Edifici con giardini o aree verdi	70,5%	62,9%	74,6%	72,4%
Edifici con strutture per lo sport	52,1%	52,6%	52,2%	60,0%
Edifici con biblioteche			35,4%	34,7%
Edifici all'interno di isole pedonali	1,1%	1,0%	0,8%	0,8%
Edifici in ZTL	5,1%	4,4%	4,5%	4,0%
Edifici posti all'interno di parchi urbani	1,6%	2,5%	2,2%	4,9%
Edifici posti in Zone 30		7,1%	9,0%	7,3%
* Anno di riferimento dati				

Fig.19– Dati relative ai servizi da “Ecosistema scuola, XV rapporto di Legambiente”, pag 19

Dal punto di vista energetico rimane stabile l'uso delle energie rinnovabili, la maggior parte rappresentata dall'utilizzo di impianti fotovoltaici e solari termici. Cresce la copertura dei consumi da fonti rinnovabili che ricopre il 42% del fabbisogno energetico<sup>9</sup>.

ENERGIE RINNOVABILI	ANNO 2009*	ANNO 2010*	ANNO 2011*	ANNO 2012*	ANNO 2013*
Fonti di energia rinnovabile	8,2%	11,6%	12,4%	13,5%	13,6%
Edifici con impianti solari termici**				24,9%	25,9%
Edifici con impianti solari fotovoltaici**				80,8%	78,1%
Edifici con impianti geotermia e/o pompe di calore**				1,6%	3,3%
Edifici con impianti a biomassa**				0,4%	0,5%
Edifici con impianti a biogas**				0,0%	0,1%
Edifici che utilizzano il mix di fonti rinnovabili**				9,6%	9,7%
Copertura dei consumi da fonti rinnovabili				35,6%	42,3%
* Anno di riferimento dati	** Dato riferito ai soli edifici che utilizzano rinnovabili				

Fig.20– Dati relative alle energie rinnovabili da “Ecosistema scuola, XV rapporto di Legambiente”, pag 20

<sup>9</sup> Ecosistema Scuola, XV rapporto di Legambiente sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi, 2014

### **3.2. Evoluzione della normativa: dal 1975 a oggi**

Per quanto riguarda la normativa inerente all'edilizia scolastica bisogna far riferimento al DM del 18.12.75, che contiene le "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica". Questa norma, modificata ed integrata dal D.M.13/09/77 e abrogata con l'entrata in vigore della Legge 11 gennaio 1996 è infatti l'unico punto di riferimento per gli edifici scolastici di nuova costruzione e per interventi di riqualificazione dell'esistente.

Nel 2013, tuttavia, il Ministero dell'Istruzione ha pubblicato le Linee Guida per le architetture interne delle scuole che si discostano dallo stile prescrittivo delle precedenti, per favorire l'aspetto prestazionale.

### **3.3. il DM del 18.12.75**

#### **Localizzazione**

Secondo il DM del 18.12.75, la scuola primaria deve essere ubicata in modo da essere raggiungibile a piedi dagli utenti con un percorso casa-scuola e viceversa di 500 metri massimo. In caso di distanze maggiori dovrà essere previsto un servizio di trasporto con tempo di percorrenza massimo di 15 minuti. Il percorso a piedi deve essere agevole ed effettuabile con la massima sicurezza, senza quindi incorrere in pericoli (attraversamenti di strade ad elevato traffico). Nel caso di insediamenti sparsi, gli alunni possono raggiungere la scuola usufruendo di mezzi di trasporto pubblici o privati.



		TIPO DI SCUOLA			
		Scuole materne	Scuole elementari	Scuole medie	Scuole secondarie superiori
1	Distanze massime (a piedi) ..... m	300	500	1000	-
	Tempi di percorrenza massima (con mezzi di trasporto) .....	-	15 minuti	15 + 30 minuti	20 + 45 minuti
2	Dimensioni dell'edificio:				
	Massima { Numero alunni .....	270	625	720	1500
	{ Numero sezioni o classi .....	9 sez.	25 cl.	24 cl.	60 cl.
	Minima { Numero alunni .....	15	75	150	250
	{ Numero sezioni o classi .....	3 sez.	5 cl.	6 cl.	10 cl.

Fig.21– Tabella relativa alle distanze e alle dimensioni dell'edificio dal D.M. 18/12/1975

*“Per quanto riguarda le condizioni ambientali, la scuola dovrà essere ubicata:*

- in località aperta, possibilmente alberata e ricca di verde, che consenta il massimo soleggiamento o che sia comunque, una delle migliori in rapporto al luogo;*
- lontana da depositi e da scoli di materie di rifiuto, da acque stagnanti, da strade di grande traffico, da strade ferrate e da aeroporti con intenso traffico, da industrie rumorose e dalle quali provengono esalazioni moleste e nocive, da cimiteri e da tutte quelle attrezzature urbane che possono comunque arrecare danno o disagio alle attività della scuola stessa;*
- in località non esposta a venti fastidiosi e non situata sottovento a zone da cui possono provenire esalazioni o fumi nocivi o sgradevoli<sup>10</sup>.”*

### Spazi relativi all'unità pedagogica

L' aula è uno spazio dove vengono svolte attività didattiche e di apprendimento ed è destinata ad ospitare la classe, ossia un

<sup>10</sup> D.M. 18/12/1975 “Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”

raggruppamento di alunni divisi in base alla fascia d'età, in questo caso, nella scuola primaria, da 6 a 11 anni.

*“Per realizzare la flessibilità (..) si adotteranno i più moderni accorgimenti atti a suddividere lo spazio mediante pareti o porte scorrevoli e arredi trasportabili; inoltre, per il continuo aggiornarsi e trasformarsi dei metodi didattici, l'organismo architettonico deve essere trasformabile nel tempo senza costosi adattamenti<sup>11</sup>.”*

Nella scuola primaria l'unità pedagogica è rappresentata dall'aula, al suo interno vengono svolte le attività sia individuali che collettive. Questi spazi devono essere adeguati allo svolgimento delle varie attività e adeguarsi alla possibilità di variazione di arredo; devono fare in modo di comunicare con gli altri spazi della scuola sia direttamente o attraverso spazi per la distribuzione; la maggior parte delle aule deve comunicare in modo diretto con le aree all'aperto dove possono avvenire attività didattiche e ricreative.

Nella scuola primaria devono essere previsti degli spazi comunicanti con l'intero organismo scolastico, per attività scolastiche o parascolastiche, che siano uno spazio per le attività collettive di vario tipo, quali ginnastica, musica, attività ludiche in genere, e deve pertanto essere flessibile per adattarsi a tali esigenze ed essere collegato, anche visivamente, con il resto della scuola, in modo da poter essere utilizzato insieme ad altri spazi più didattici; inoltre deve essere presente un ambiente attrezzato a biblioteca riservato agli insegnanti.

<i>Attività didattiche:</i>	
attività normali	1,80
attività interciclo	0,64
<i>Indice di superficie totale riferito alle attività didattiche</i>	
min.	2,44
max	2,70

Fig.22– Tabella relativa al dimensionamento degli spazi didattici dal D.M. 18/12/1975

<sup>11</sup> D.M. 18/12/1975 “Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”

## Servizi

Nelle scuole elementari che abbiano da 10 a 20 classi sono da prevedere palestre di tipo A1, ovvero che abbiano una superficie di 330 m<sup>2</sup> più i relativi servizi. Nel caso di carenza di attrezzature per l'educazione fisica, si può prevedere la realizzazione di palestre regolamentari di tipo B1 che abbiano una superficie di 600 m<sup>2</sup> più i relativi servizi igienici, aperte anche per attività extra-scolastiche.

Per quanto riguarda la mensa, dovrà svolgersi in uno spazio dimensionato in funzione del numero di commensali, calcolato anche tenendo presente che i pasti potranno essere consumati in più turni nell'orario disponibile, e che la sua dimensione non dovrà superare i 375 m<sup>2</sup> compresi i servizi. La cucina dovrà essere un ambiente separato ma collegato direttamente con tutti gli altri ambienti.

<i>Attività collettive:</i>	
- attività integrative e parascolastiche	0,40
- mensa e relativi servizi (1*)	0,70
<i>Attività complementari:</i>	
- biblioteca insegnanti	0,13

<i>Spazi per l'educazione fisica:</i>	
Palestra, servizi palestra, ecc. Tipo A <sub>1</sub> : 330 m <sup>2</sup> (da 10 a 25 classi)	

Fig.23,24 – Tabelle relative al dimensionamento degli spazi collettivi dal D.M. 18/12/1975

## Spazi distributivi

Nelle scuole primarie l'articolazione degli ambienti può avvenire su uno o al massimo due piani e gli spazi di collegamento devono favorire le relazioni tra i bambini, permettere la collocazione di arredi mobili, vetrine, posti di lavoro individuali, sottolineare l'elemento scala come strumento di mediazione spaziale, non presentare barriere architettoniche, favorire l'integrazione degli ambienti posti a differenti livelli, nel caso presentino l'aspetto di corridoi devono avere larghezza compresa tra i 2 e i 2,5 metri.

La distribuzione verticale in edifici a più piani dovrà essere assicurata da almeno una scala normale e da una di sicurezza posta all'esterno dell'edificio.

Connettivo e servizi igienici (42% della somma precente)	
min.	1,54
max	1,65

Fig.25 – Tabella relativa al dimensionamento degli spazi di servizio dal D.M. 18/12/1975

### Condizioni di illuminazione

Secondo la normativa UNI 10840 il Fattore di Luce Diurna deve essere maggiore o uguale al 3% per le aule, maggiore o uguale al 3% per le aule e la biblioteca, maggiore o uguale al 2% per la mensa e la palestra e 1% per la cucina e i servizi igienici<sup>12</sup>.

## 3.4 Le nuove Linee Guida del Miur

Le nuove Linee Guida del Miur per le architetture interne delle scuole sono state approvate nel 2013 con l'obiettivo di garantire edifici scolastici sicuri, sostenibili, accoglienti e adeguati alle più recenti concezioni della didattica.

La scuola cambia e si rinnova così come gli edifici e gli spazi educativi. Nuovi spazi di apprendimento in linea con l'evoluzione della didattica e con le innovazioni tecnologiche determinate dalla progressiva diffusione delle ICT<sup>13</sup> nella pratica educativa.

Distanti dalle precedenti norme del 1975 di tipo prescrittivo, le Linee Guida si caratterizzano per la nuova logica prestazionale, che si adatta

<sup>12</sup> D.M. 18/12/1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica"

<sup>13</sup> Information and Communication Technology sono l'insieme dei metodi e delle tecnologie che realizzano i sistemi di trasmissione, ricezione ed elaborazione di informazioni

più facilmente alle esigenze didattiche e organizzative di una scuola sempre in evoluzione. Tramonta il modello di organizzazione didattica legato alla centralità della lezione frontale che lascia spazio a nuove configurazioni interne caratterizzate da spazi modulari, plastici e flessibili adattabili a diversi contesti educativi.

SPAZI ESSENZIALI	SUPERFICI m <sup>2</sup> / utente 1 CICLIO DIDATTICO	RIDUZIONE SUPERFICI m <sup>2</sup> / utente CICLI SUCCESSIVI
spazi di gruppo e apprendimento informale	2,80	10% max 20%
spazi laboratoriali	0,5	10% max 20%
spazi di connessione	1,4	10% max 20%
area consumazione pasti	1	10% max 20%
spazi a cielo aperto	2,2	10% max 30%
impianto sportivo	1,2	10% max 20%
servizi igienici	0,7	20% max 40%

Fig.26 – Tabella relativa al dimensionamento degli spazi dal le Linee Guida Miur

### Localizzazione e qualità ambientale dell'area

Le aree scolastiche devono essere scelte in modo da diventare elementi di connessione per la loro naturale possibilità di diventare *civic center* e contribuire alla qualità del tessuto urbano circostante.

Devono essere individuate in zone salubri, poco rumorose, lontane da strade importanti, in situazioni orografiche favorevoli, possibilmente

pianeggianti, per consentire l'organizzazione di attrezzature di gioco e sportive .

### **Inquinamento acustico**

Dovrà essere valutato anche nelle aree esterne tenendo conto della qualità formale dei sistemi di attenuazione sonora eventualmente necessari e della loro capacità di integrarsi positivamente con l'ambiente, utilizzando all'occorrenza barriere acustiche con verde, come giardini verticali.

### **Accessibilità, parcheggi, depositi**

Le scuole devono essere ben collegate con la rete dei mezzi pubblici e l'accesso deve essere garantito sia dalla rete viaria che da piste ciclabili e percorsi pedonali sicuri.

Dovranno essere previsti spazi di sosta per i mezzi di trasporto scolastico e la salita e la discesa dei bambini dovrà avvenire in uno spazio sicuro, di adeguate dimensioni, che non richieda attraversamenti o situazioni di conflitto con i percorsi automobilistici.

Dovrà essere prevista una zona di carico e scarico per una sosta di 10-15 minuti per almeno 1/4 dei posti auto previsti.

I posti auto necessari ad uso esclusivo del plesso scolastico sono definiti in funzione della superficie lorda dell'edificio, attribuendo 1 m<sup>2</sup> di superficie di parcheggio ogni 5 m<sup>2</sup> di superficie lorda edificata.

### **Flessibilità impiantistica**

Per quanto concerne gli impianti tecnologici delle scuole, le Linee Guida puntano sulla flessibilità impiantistica. Il comfort ambientale è strategico in una scuola che prevede che gli ambienti abbiano pareti apribili, che la densità di frequentazione possa variare in modo marcato, che la destinazione d'uso dei luoghi sia flessibile. La flessibilità impiantistica

risponde a due esigenze: una spaziale, innescata dal cambio di conformazione degli ambienti e dall'uso diversificato dei luoghi della scuola, cioè si devono accendere le luci, riscaldare, raffrescare, attivare la sicurezza e illuminare a volte solo una parte dell'edificio, a volte una stanza che raddoppia o dimezza le dimensioni aprendo delle pareti scorrevoli. Una seconda esigenza di flessibilità riguarda gli utenti: diverso è climatizzare un ambiente frequentato da molti adulti (genitori in riunione) o pochi bambini (attività di studio a piccoli gruppi nella Piazza). Gli impianti devono essere quindi impostati a matrice, con la possibilità di spegnerli e accenderli a tranches e regolarli separatamente.

### **Materiali di finitura**

La scelta dei materiali è fondamentale per la qualità di una architettura, ma in particolare i materiali di finitura, cioè la pelle interna ed esterna dell'edificio ne qualificano l'aspetto e le modalità di uso.

I bambini più piccoli hanno processi cognitivi caratterizzati da una forte sinestesia, in cui un senso attiva gli altri sensi. Per questo motivo hanno un approccio alla conoscenza che utilizza tutti e cinque i sensi: sono un laboratorio sensoriale e meritano un ambiente che sia ricco, variegato e interessante da un punto di vista sensoriale. Il paesaggio materico, cromatico, luminoso si devono quindi caratterizzare per una marcata complessità e varietà, per supportare il bambino nel suo percorso di crescita. La dimensione sensoriale nella conoscenza perde importanza man mano che i bambini crescono, ma rimane un importante sistema di esperienza, cognitiva e ambientale. Si ritiene quindi importante mantenere un buon livello di qualità sensoriale nel progetto, allontanandosi dal paesaggio anemico dal punto di vista sensoriale che caratterizza le scuole italiane.

## **Sicurezza**

Un capitolo delle Linee guida per l'edilizia scolastica è dedicato alla sicurezza. Lo spazio dei parcheggi ed i percorsi di accesso dovranno essere facilmente accessibili alle persone con difficoltà motorie ed agli ipovedenti, nel rispetto della normativa esistente.

Ogni parte dell'edificio scolastico sarà dotata ad ogni piano di servizio igienico a norma per disabili, facilmente raggiungibile ed in posizione facilmente identificabile.

Gli edifici dovranno rigorosamente rispettare la vigente normativa antisismica. I progetti dovranno rispettare i criteri di sicurezza previsti dalla normativa vigente per quanto riguarda la resistenza al fuoco delle strutture, il dimensionamento delle vie di fuga, delle scale, delle zone sicure, rispettando la resistenza al fuoco prevista nella norma citata dei materiali, con particolare attenzione ad escludere quei materiali , in genere isolanti, che bruciando producono fumi tossici<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Linee Guida Miur per le architetture interne delle scuola, 11/4/2013





## **4. Edilizia scolastica in Emilia Romagna: un'anagrafe in via di compilazione**

*“Sul piano dell'edilizia scolastica rimane tuttora la grande assente, l'anagrafe scolastica, mai pubblicata e preposta a orientare una programmazione interistituzionale costante nel tempo. (...) Le nostre scuole devono diventare luoghi di eccellenza, portatrici di una cultura del cambiamento e attente ai bisogni strutturali, ambientali ed educativi”.*

Commenta così Vanessa Pallucchi, Presidente nazionale di Legambiente Scuola e Formazione.

## 4.1 La ricerca

A fronte di questa esigenza, durante il Laboratorio di Laurea abbiamo condotto una ricerca volta a documentare la produzione di edilizia scolastica in 3 province della Romagna dal 2000 ad oggi.

In particolare ci siamo occupati di :

- interventi riguardanti edifici scolastici pubblici a partire dal livello di istruzione dell'infanzia fino a quello secondario di secondo grado. Sono stati esclusi asili nido ed edifici ospitanti strutture universitarie;
- interventi riguardanti edifici scolastici per la cui realizzazione sia stato investito un budget non inferiore ai 500.000 euro;
- interventi riguardanti edifici scolastici ravvisabili unicamente in ampliamenti e nuove costruzioni nelle province di Rimini, Forlì - Cesena e Ravenna.

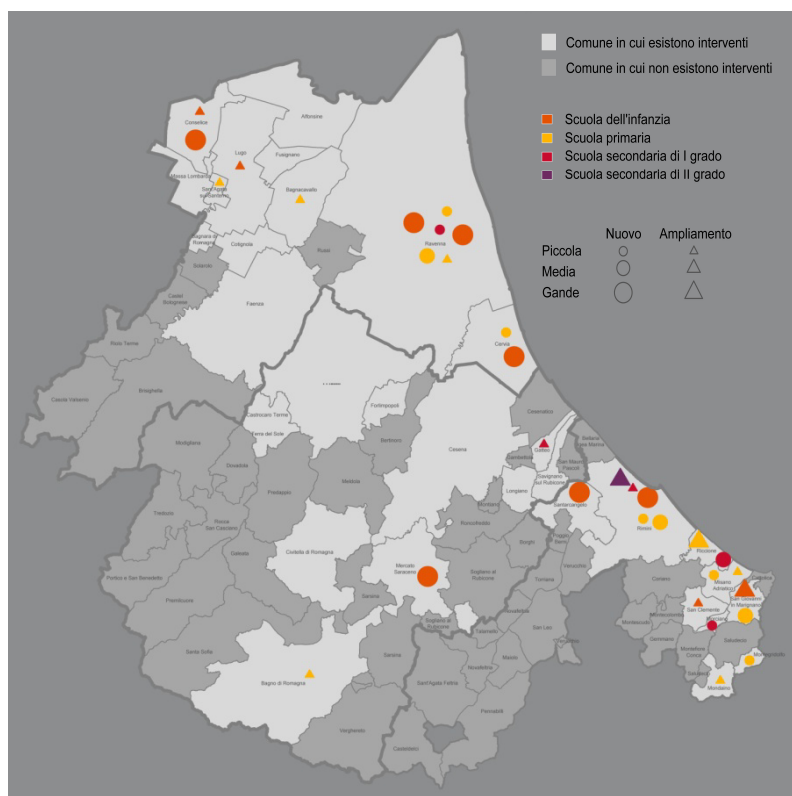


Fig.27 – Inquadramento delle scuole analizzate nelle 3 province

Studiare la produzione effettivamente realizzata e le condizioni in cui i diversi interventi sono stati attuati costituisce una base indispensabile per capire quali sono le effettive condizioni in cui si trova ad operare un progettista, che tipo di domanda deve soddisfare e quali risultati si possono ottenere. Non disponendo di un anagrafe del patrimonio delle edilizia scolastica, il primo passo è stato individuare i vari interventi sul territorio preso in esame.

Il punto di partenza è stata la consultazione dei piani triennali dal sito ufficiale della Regione Emilia-Romagna, ordinati per Comune e per anno. Una volta individuati i singoli interventi, abbiamo cercato un contatto telefonico o via email con i responsabili degli uffici lavori pubblici.

Talvolta siamo riusciti a interfacciarci direttamente con i progettisti esterni ottenendo informazioni di dettaglio sull'effettivo svolgimento dell'operazione, le difficoltà incontrate, i rapporti con i committenti, le strategie di progettazione adottate.

Al fine di ottimizzare il lavoro di ricerca in funzione dei nostri obiettivi, abbiamo redatto un questionario che sottoponevamo di volta in volta al nostro interlocutore.

Il questionario mirava principalmente a ottenere le seguenti informazioni:

- carta di identità della scuola: (nome, comune, tipologia, ampliamento/nuova costruzione)
- dotazioni (mensa, palestra, auditorium, laboratori)
- dati amministrativi (committenza, modalità di affidamento, di realizzazione e scelta del contraente)
- caratteristiche tecniche e strutturali (strutture verticali e orizzontali, chiusure, partizioni interne)
- qualità degli spazi (impianti sportivi, attrezzature, parchi, accessibilità)
- caratteristiche prestazionali (certificazioni, impianti, consumi)

## RILEVAZIONE DELLE STRUTTURE EDILIZIE SCOLASTICHE

Anno scolastico 2013-2014



ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

**L'edificio in questione si colloca nella provincia di: \***

- ☐ Forlì - Cesena
- ☐ Ravenna
- ☐ Rimini

**L'edificio viene preso in considerazione in quanto: \***

- ☐ Ampliamento
- ☐ Nuova costruzione

**Comune: \***

**Nome della scuola: \***

**A quale grado di istruzione fa riferimento l'intervento in esame: \***

- ☐ Scuola dell'infanzia (ex Scuola materna)
- ☐ Scuola primaria (ex Scuola elementare)
- ☐ Scuola secondaria di I grado (ex Scuola media)
- ☐ Scuola secondaria di II grado (ex Scuola superiore)

Fig.28 – Questionario utilizzato per la schedatura di ogni intervento

## 4.2 I risultati

Così facendo ogni intervento è stato schedato e catalogato, tutte le informazioni sono state analizzate e elaborate per avere una sintesi ordinata del lavoro svolto.

I risultati ottenuti sono stati organizzati in un dossier suddiviso in 4 sezioni.

### Campione analizzato

L'indagine ha preso in esame la produzione di edilizia scolastica effettivamente realizzata nelle tre province della Romagna.

Per tale ricerca ci si è serviti della collaborazione degli Enti locali, ovvero i Comuni e le Province, che hanno fornito informazioni e materiali utili all'attività intrapresa. La provincia interessata dal maggior numero di interventi è Ravenna con il 67% dei comuni coinvolti. Il 53% del campione riguarda nuove costruzioni e il restante 47% si tratta di ampliamenti e, in entrambi i casi, le scuole interessate sono le primarie.

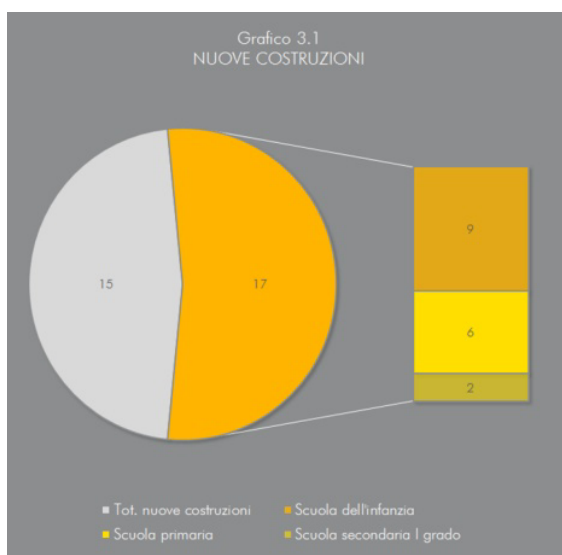


Fig.29– Grafico relativo ai nuovi interventi

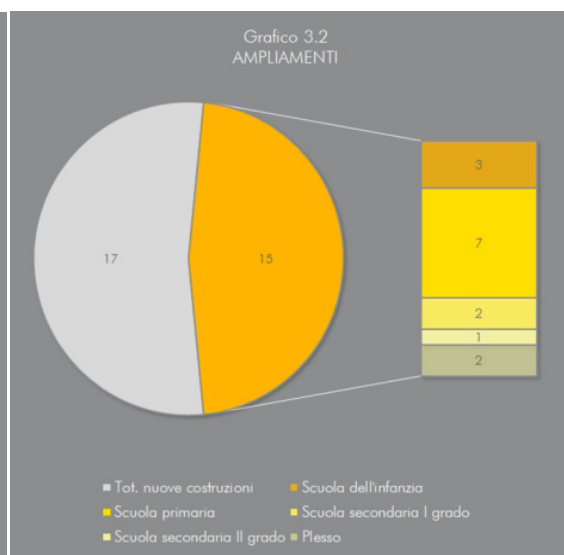


Fig.30– Grafico relativo agli ampliamenti

## Scelta del contraente e dati finanziari

I dati a livello nazionale reperiti da Legambiente confermano lo stallo in cui si trova la qualità del patrimonio dell'edilizia scolastica italiana, che fatica a migliorare nonostante gli investimenti siano ripartiti e sembrano essere più consistenti. Gli unici importanti passi avanti riguardano la crescente capacità delle amministrazioni di rinnovarsi nell'ottica della sostenibilità e dell'efficienza energetica.

E' emerso che la progettazione viene affidata a progettisti esterni all'amministrazione e la modalità di scelta del contraente si è proiettata in modo schiacciante verso il ricorso ad una gara d'appalto tradizionale che si avvalsesse di una procedura aperta.

Il 48% degli edifici, appartenenti a questa categoria, si collocano in una fascia di spesa che va da 1 a 2 milioni di euro.

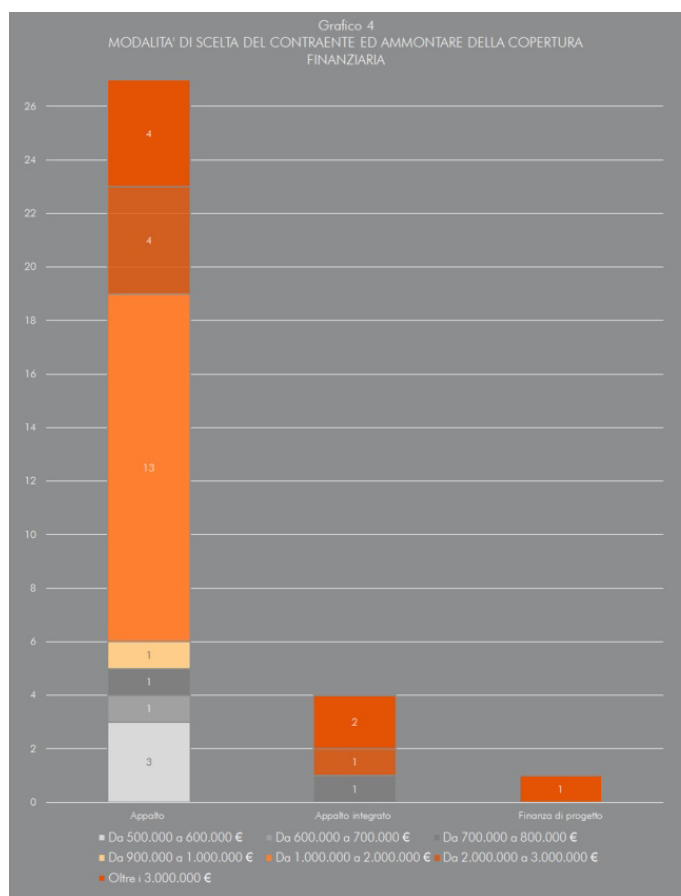


Fig.31– Grafico relativo alla modalità di scelta del contraente

## Qualità dell'edificio

L'analisi elaborata cerca anche di definire il livello di qualità degli edifici scolastici; si valutano infatti le dotazioni di servizio, l'accessibilità, la fruibilità.

Contrariamente a quanto ci si aspettasse, non si evince la presenza di particolare congestione viabilistica durante gli orari di entrata e di uscita da scuola degli studenti, solo il 16% dei casi esaminati. Si riscontra, inoltre, la presenza di parcheggi aduso esclusivo dell'edificio scolastico in esame per un 60% circa. Focalizzandoci sulle dotazioni della scuola si evince la presenza di spazi all'aperto dotati di alberature per garantire zone d'ombra ed aumentare la qualità delle aree verdi nel 62% dei casi.

Gli spazi esterni risultano prevalentemente trattati a verde o con pavimentazioni permeabili (ciò accade nel 46% degli interventi censiti), mentre nel 31% essi sono di minor qualità a causa di superfici prevalentemente pavimentate. Altri dati rilevanti riguardano la presenza di impianti sportivi all'aperto, solo il 6%; presenza di una palestra, il 28% e la mensa con cucina propria o servizio di refezione esterno con il 66%.

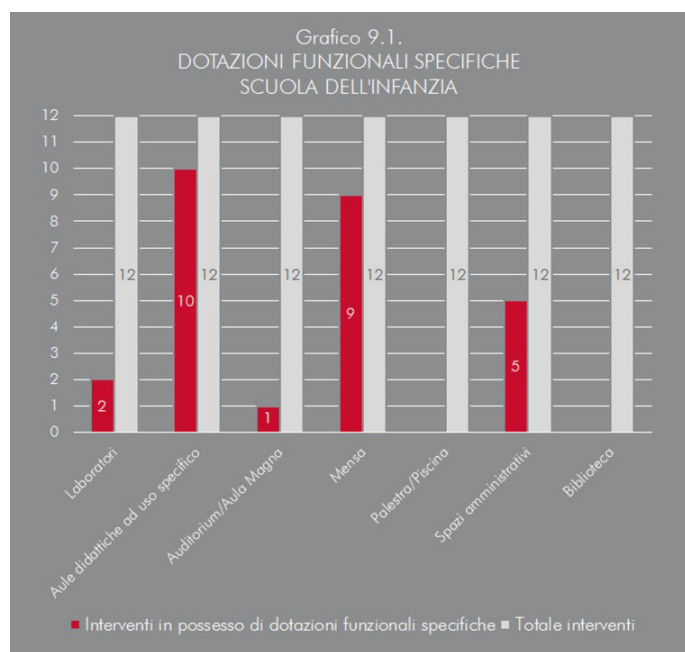


Fig.32– Grafico relativo alle dotazioni nella scuola dell'infanzia



## Dati tecnologici, impiantistici e dotazioni

L'analisi evidenzia come l'edilizia scolastica italiana continua ad essere in uno stato di permanente emergenza sul fronte degli interventi e della messa in sicurezza. La certificazione posseduta dalla maggior parte degli interventi censiti, o meglio dalla quasi totalità, precisamente dal 91% degli stessi, è senza dubbio coincidente con il documento con il collaudo statico o certificato di staticità, immediatamente seguito dal certificato di agibilità, posseduto dall'84% dei casi rilevati.

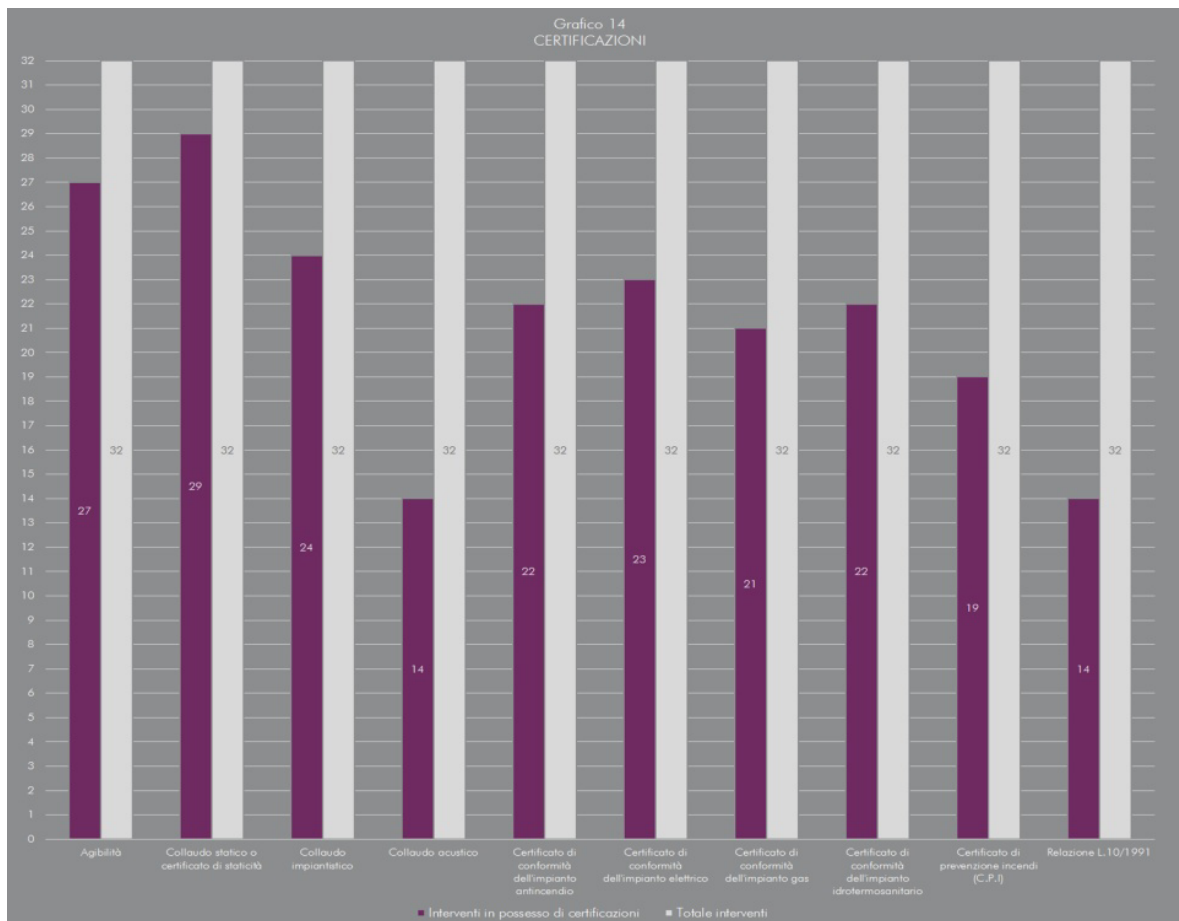


Fig.33– Grafico relativo alle certificazioni

Per quanto riguarda l'aspetto strutturale abbiamo riscontrato una preferenza del sistema puntiforme, costituito dunque da travi e pilastri, che si presta ad una spiccata modulabilità dello spazio.

Lo stesso discorso vale per la scelta della tecnologia a umido sia per le partizioni orizzontali che per quelle verticali. Dal punto di vista impiantistico emerge la scelta di centrali termiche alimentate a metano con pannelli radianti a pavimento. Nella metà dei casi sono presenti anche impianti di climatizzazione estiva, impianti per la ventilazione meccanica e impianti antincendio. Nella quasi totalità dei casi (88%) l'edificio scolastico si trova in possesso di una rete telefonica dotata di connessione internet.

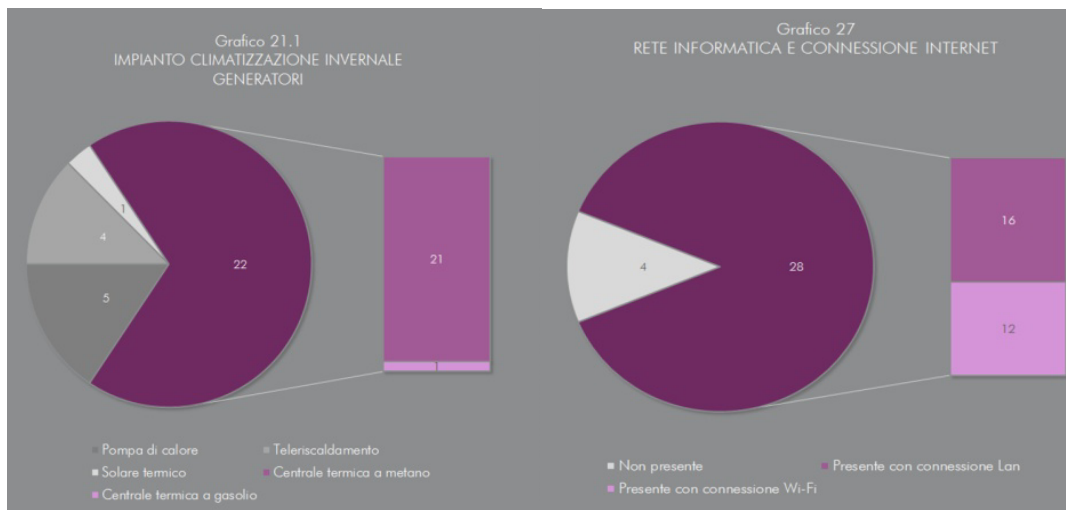


Fig.34– Grafico relativo all'impianto di climatizzazione invernale

Fig.35– Grafico relativo alla rete informatica

## 4.3 L'archivio

Inoltre, con il materiale raccolto, abbiamo realizzato un archivio, una sorta di data-base, nello specifico abbiamo ottenuto il 91% dei progetti architettonici, strutturali e impiantistici; il 72% delle relazioni tecniche, ambientali, urbanistiche; il 72% della documentazione fotografica relativa agli interni e agli esterni degli edifici; il 53% di documenti inerenti alla scelta del contraente quali bando di gara, disciplinare, appalti, capitolati; il 22% delle certificazioni quali APE<sup>15</sup>, collaudi, conformità, prevenzione incendi.

---

<sup>15</sup> Attestato di Prestazione Energetica

## 5. Una nuova scuola primaria a Rimini

In seguito alla ricerca delle nuove scuole realizzate nel territorio romagnolo, abbiamo deciso di soffermarci su un caso in particolare.

Si tratta della progettazione di una nuova scuola primaria a Rimini, in località Villaggio Primo Maggio.

La realizzazione della nuova scuola è stata resa necessaria dalla inadeguatezza della vecchia scuola, con solo due sezioni, che non riusciva più a far fronte alle esigenze del quartiere.

Il lotto infatti si trova in una zona residenziale di recente espansione con necessità e bisogni sempre crescenti.



Fig.36 – Inquadramento del lotto nel contesto urbano

L'ufficio lavori pubblici del Comune di Rimini ha elaborato il progetto preliminare mentre ha ritenuto opportuno affidare la parte esecutiva e la realizzazione dell'opera a un progettista esterno.

A tal fine è stata indetta una gara d'appalto integrato con procedura aperta nel settembre del 2013.

In questa fase si inserisce il nostro intervento di progettazione.

## 5.1 Bando di gara

La nuova scuola primaria Villaggio Primo Maggio nasce dal volere del comune di sopperire all'inadeguatezza della struttura esistente, la quale ospita due cicli incompleti di scuola primaria e due sezioni d'infanzia nello stesso fabbricato, ed è priva di mensa e palestra.

Il progetto viene approvato nel gennaio 2008 dall'amministrazione, dopo aver acquisito i pareri favorevoli di A.U.S.L.<sup>16</sup> e A.R.P.A.<sup>17</sup>, la quale pubblica il bando per l'appalto integrato, su progetto preliminare nel settembre 2013. L'appalto è per la progettazione definitiva ed esecutiva e la realizzazione della nuova scuola primaria, per un importo dei lavori che si aggira intorno ai 5.150.000 €.

Le modalità di presentazione dell'offerta sono le seguenti:

- presentazione di tre buste contenenti: A la documentazione amministrativa – B offerte tecnica – C offerta economica
- valutazione dell'offerta e assegnazione punteggi

B. Elementi di valutazione dell'offerta tecnica	MAX PT 75
B.1 Soluzioni progettuali, qualità architettonica e materiali utilizzati	25
B.2 Miglioramento dei requisiti passivi dell'edificio	21
B.3 Miglioramento delle componenti attive impiantistiche	19
B.4 Soluzioni progettuali della parte esterna	10

Fig.37 – Tabelle sulla valutazione delle offerte

<sup>16</sup> Azienda Unica Sanitaria Locale

<sup>17</sup> Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Per quanto riguarda il programma da realizzare per la nuova scuola abbiamo:

- 15 aule
- 7 laboratori
- Palestra
- Mensa
- Percorso ciclo pedonale di collegamento
- Parcheggi
- Area verde con piantumazioni
- Opere di mitigazione per l'abbattimento dell'inquinamento acustico

Di seguito sono riportate le superfici del progetto preliminare:

Superficie lotto: 9.500 mq

Ampiezza minima dell'area necessaria per la costruzione di una scuola primaria di n° 15 classi (D.M 18/12/1975): 7.965 m<sup>2</sup>

Indice di superficie netta globale per attività didattiche, collettive, complementari (D.M 18/12/1975): 3,67 m<sup>2</sup>

Connettivo e servizi igienici (D.M 18/12/1975): 1,54 m<sup>2</sup>

Somma indici parziali: 5,21

Superficie netta globale minima: 5,21 x 15 (classi) x 25 (alunni) = 1.953,75 m<sup>2</sup>

Superficie netta globale di progetto:

Piano terra (esclusa la palestra): 1.560 m<sup>2</sup>;

Piano primo: 1.260 m<sup>2</sup>

TOTALE: 2.820 mq ( > 1953,75 mq)

Area destinata a verde: 6.000 mq

Superficie di progetto Palestra e servizi palestra di tipo A2 per una scuola primaria a 15 classi: 500 mq

Fig.38 – Superfici del progetto preliminare



## 6. Il progetto

Il progetto sviluppa i criteri e le scelte effettuate per trasferire sul piano contrattuale e costruttivo le soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dal progetto definitivo.

Consideriamo che una scuola non sia solo un semplice involucro edilizio, in quanto la qualità estetica ed il pregio di un edificio scolastico risiede anzitutto nelle potenzialità pedagogiche dello spazio.

Pertanto la nostra proposta progettuale trae fondamento da un principio sostanziale che deriva dalle solide teorie pedagogiche promosse da Reggio Children: ogni scelta formale e linguistica di strutturazione dello spazio costituisce un elemento utile all'apprendimento.

Il progetto comprende sia gli ambienti interni che le aree verdi, che costituiscono le due polarità dialettiche utili alla crescita ed alla formazione del bambino. L'interazione tra interno ed esterno ed il sistema di relazione che si instaura tra edificio, parco e aree di contesto esterne al lotto scolastico vengono dunque analizzate e risolte progettualmente perseguendo questo fondamentale obiettivo.

In particolare la forma del nuovo edificio deve recepire anche l'influenza del contesto: la relazione con il centro civico esistente e la zona residenziale adiacente.



## 6.1 Analisi del contesto

Il contesto si caratterizza come tessuto urbanizzato, a carattere prevalentemente residenziale. La morfologia del lotto, di forma stretta ed allungata, dipende e deriva dalla presenza di 3 arterie stradali poste sui lati sud, est ed ovest, e a nord dalla futura realizzazione del percorso ciclopedonale.



Fig.39 – Inquadramento del lotto nel quartiere

Per conoscere il tessuto urbano in cui è inserito il lotto di progetto abbiamo effettuato delle analisi preventive: verde, servizi, viabilità, acustica.

L'analisi del verde ha mostrato come il lotto è l'unica area del quartiere adibita a verde privato, le restanti aree verdi sono destinate a verde agricolo.

L'analisi dei servizi evidenzia la scarsità di luoghi attrattivi all'interno del quartiere, infatti, abbiamo riscontrato solo la presenza di un centro civico e una chiesa.

L'analisi della viabilità mette in luce un buon collegamento del lotto con le strade di viabilità principale e una connessione fisica con il parcheggio antistante.

Infine l'analisi del clima acustico evidenzia una significativa influenza delle fonti rumorose e una conseguente necessità di adottare dei sistemi di attenuazione acustica, integrate poi nel progetto.

## **6.2 Criticità e strategie adottate**

Le analisi effettuate hanno fatto emergere le criticità e i punti di forza del lotto di progetto e ci hanno permesso di studiare le soluzioni possibili rispetto a ogni ambito. Le strategie adottate mirano a risolvere eventuali problemi emersi in fase di analisi, a trasformare le debolezze in punti di forza e a valorizzare gli aspetti positivi già esistenti.

### **Spazi verdi**

Dal punto di vista dello spazio esterno in relazione con il verde, si è voluto salvaguardare lo spazio adibito a verde pubblico creando un percorso, utile ai fini didattici ma usufruibile, in parte, anche dalla comunità del quartiere.

Inoltre sono previsti alcuni spazi alberati per creare un ambiente dove i bambini si sentono al sicuro e dal punto di vista percettivo possano godere di un paesaggio piacevole all'interno della scuola. Allo stesso tempo le alberature portano benefici climatici anche all'intero quartiere.

### **Servizi**

Dal punto di vista dei servizi, la mancanza dei luoghi attrattivi, la vicinanza con il centro civico e l'efficiente servizio dei trasporti pubblici hanno portato a pesare a un incremento delle relazioni all'interno del quartiere. A tale scopo accanto alla scuola abbiamo progettato una

palestra di tipo A2, ma rispetto al progetto preliminare, abbiamo deciso di localizzarla nella parte est del lotto. In questo modo l'attività didattica viene allontanata, e quindi protetta, da via Montescudo che risulta la strada maggiormente trafficata e rumorosa. Inoltre la palestra situata a est sarà in adiacenza con il parcheggio di nuova realizzazione a servizio sia della scuola che della palestra stessa.

Tutto ciò permetterà di aprire questi nuovi spazi a servizio del quartiere connotandolo come luogo dedicato all'attività sportiva ma anche come sede di attività poliedriche, al fine di incrementare le funzioni del centro civico esistente. La posizione dell'ingresso e il sistema dei percorsi sono organizzati per poter fruire della palestra anche in ambito extra scolastico, senza interferire con gli spazi propri della scuola.

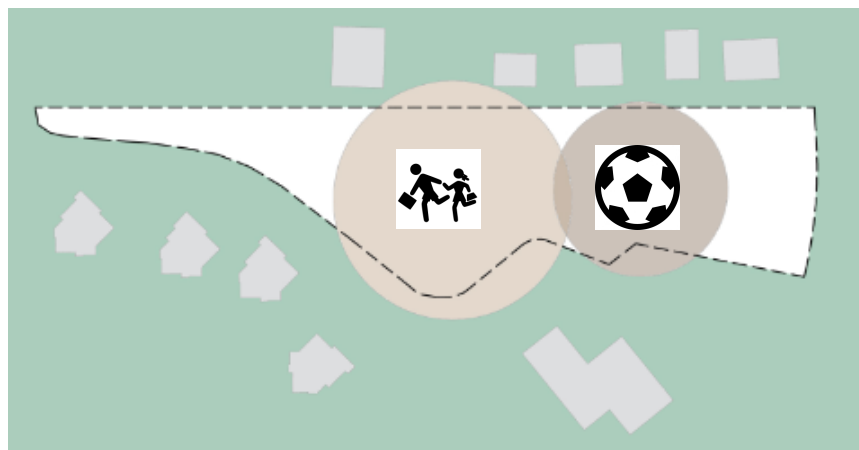


Fig.40 – Suddivisione del lotto in due ambiti

## Viabilità

Dal punto di vista della viabilità, la strategia adottata mira a collegare il lotto con il quartiere e con le strade principali. Abbiamo deciso quindi di sfruttare il lato est del lotto per la creazione di un parcheggio a servizio della scuola e della palestra così da favorire l'accesso dalla strada provinciale, Via Montescudo.

Inoltre è stata prevista anche la realizzazione di una pista ciclabile che percorre tutto il lato nord del lotto e permette di collegare i due tratti di pista ciclabile esistente di via Montescudo e via Bidente. Una volta ripristinato l'intero percorso ciclopeditonale, i bambini avranno la possibilità di raggiungere la scuola anche in bicicletta.

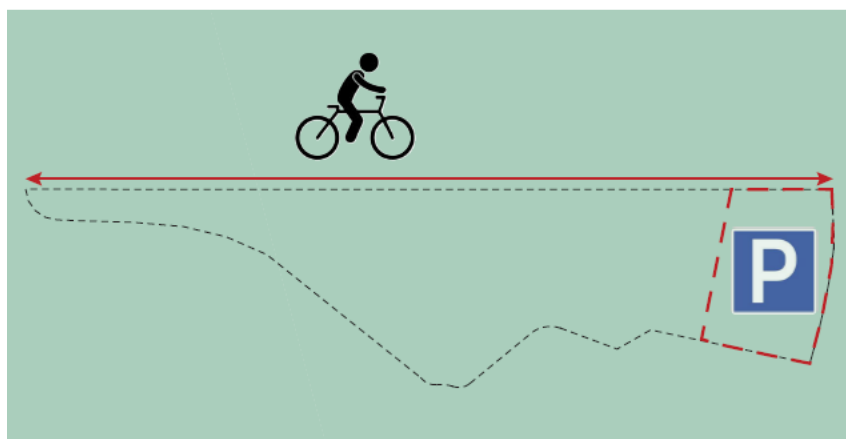


Fig.41 – Schema del collegamento ciclopeditonale e del parcheggio

### **Clima acustico**

L'aspetto del clima acustico dell'area riveste un ruolo fondamentale per quanto riguarda la corretta progettazione dell'opera in quanto, come richiesto dal bando di gara e come esplicitato nella relazione di Valutazione di Clima Acustico redatta dal Comune di Rimini, la garanzia del rispetto dei limiti di Classe I, propri delle aree scolastiche, risulta possibile solamente tramite la realizzazione di idonee opere di mitigazione acustica di altezza ed estensione rilevanti.

Le soluzioni progettuali sono pertanto state definite mirando alla realizzazione di opere di mitigazione in grado di garantire le altezze e le estensioni prescritte dalla Valutazione di Clima Acustico ma, allo stesso tempo per risultare visivamente non impattanti con l'ambiente circostante.

La soluzione adottata prevede la realizzazione di barriere fonoassorbenti di 3 metri e 4,80 metri di altezza, necessarie per consentire di raggiungere i livelli di abbattimento richiesti dalla normativa.

Queste barriere verranno integrate nel progetto sottoforma di colline verdi e aree di sosta coperte da pensiline al fine di creare un nuovo paesaggio di maggiore qualità percettiva ed ecologica.

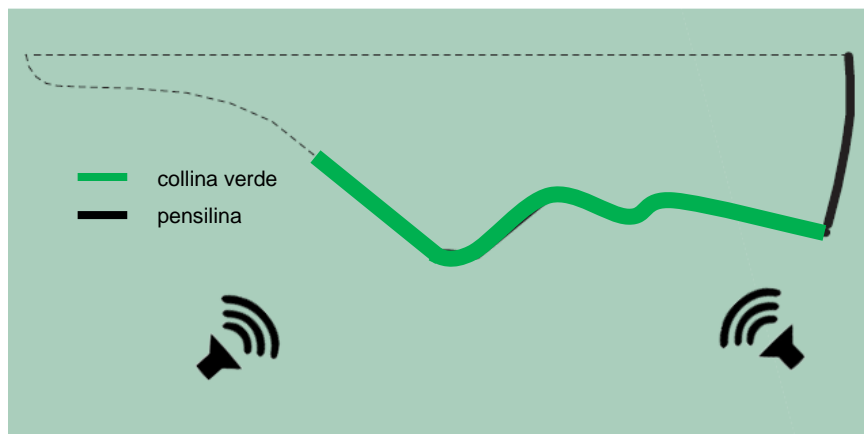


Fig.42 – Schema dell'integrazione delle barriere acustiche

## 6.3 Concezione degli spazi

*“Lo spazio non è una cosa al di fuori di noi ed indipendente a noi, ma è la prima forma del conosciuto. Senza lo spazio non possiamo avere alcuna esperienza del mondo esterno e se pretendiamo di conferirgli una realtà indipendente dal soggetto, esso non è più nulla<sup>18</sup>”*

I bambini vivono lo spazio emotivamente: egli sta al centro e tutto ciò che sta intorno viene vissuto in funzione delle emozioni e dei desideri. Dopo

<sup>18</sup> I. Kant, *Critica della ragion pura*, Laterza, Roma-Bari, 2000

aver vissuto quello spazio, attraverso i giochi, le attività e le esperienze, esso conquista un significato diventando così un punto di riferimento.

I bambini si impadroniscono degli spazi attraverso il movimento e l'esplorazione, non hanno percorsi già segnati e sono sempre alla ricerca di luoghi nuovi perché hanno dentro di sé la voglia di esplorare, giocare e conoscere.

L'ideazione e l'organizzazione degli spazi della nuova scuola hanno espresso, in modo pieno, la cura ed il rispetto dei bisogni di esplorazione spaziale, cognitiva ed emotiva del bambino. Luoghi che devono organizzarsi in una sorta di percorso sia spaziale che formativo in cui il bambino deve essere accompagnato in modo affettuoso e allo stesso tempo spinto oltre la finestra del mondo conosciuto.

La scuola assume i tratti di uno spazio di transizione tra il bambino e il mondo esterno, un luogo da cui trarre sicurezza per costruire la propria storia personale, diventa casa, diventa un luogo familiare<sup>19</sup>.

Queste sono le basi da cui siamo partiti per definire gli spazi della nuova scuola: una scuola che possa insegnare ma anche accogliere, spazi aperti e spazi nascosti, dove i bambini possano sentirsi protetti ma anche spinti a conoscere ciò che succede nel mondo esterno.

Spazi fruibili e accessibili dove il bambino è libero di utilizzarli come preferisce, sperimentando anche nuovi interessi collettivamente o individualmente. Spazi riconoscibili e specifici aiutano nelle abitudini, la prevedibilità e la ritualità rassicurano i bambini, orientandoli e favorendo gli scambi sociali.

La cura dello spazio comprende anche la gradevolezza estetica: i colori delle pareti, degli arredi, dei complementi fanno da sfondo a un paesaggio che accompagna il bambino nel vivere la sua esperienza formativa. La figura del bambino si pone al centro delle scelte progettuali, diventa il vero protagonista del progetto.

---

<sup>19</sup> Conferenza, *Spazi per crescere. Dialoghi tra pedagogia e architettura*, Ravenna, 2009

## 6.4. Distribuzione degli spazi interni

*“Si può sviluppare un affetto soltanto per quelle cose in cui si ci può identificare. Lo spazio della forma: un’architettura che offra al suo utente la stessa libertà d’azione di uno strumento musicale al suo suonatore<sup>20</sup>.”*

Gli spazi interni sono stati progettati per essere sfruttati a pieno dai suoi fruitori in maniera completamente libera, ambienti flessibili che offrono la possibilità di utilizzare gli spazi in maniera sempre diversa e innovativa.

La distribuzione degli spazi interni è suddivisa in 3 fasce longitudinali che ospitano i servizi, lo spazio connettivo e le aule. Così facendo la fascia dei servizi, quella più a nord permette di chiudere il lotto verso la parte residenziale, aprendolo a sud sullo spazio verde dove si affacciano le aule. A far da collegamento a queste due fasce c’è lo spazio connettivo che si innesta nella parte centrale dell’edificio.

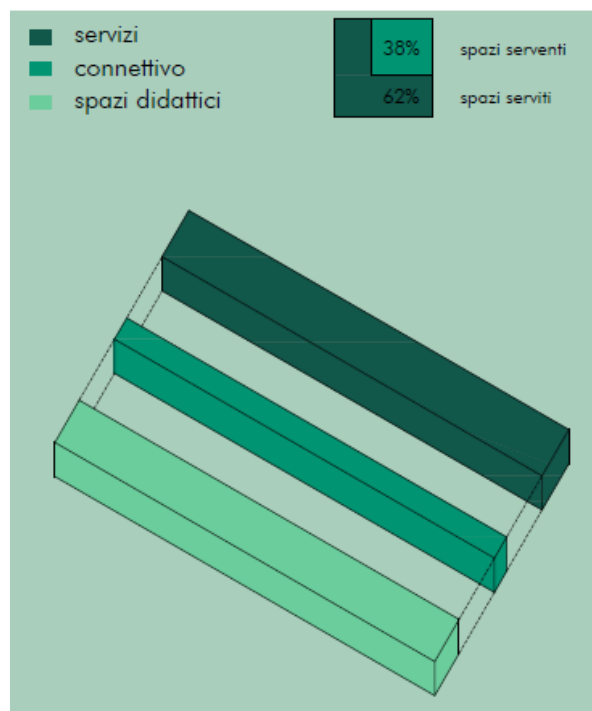


Fig.43 – Schema della distribuzione per fasce funzionali

<sup>20</sup> H. Hertzberger, *Lezioni di Architettura*, Laterza, 1996

Queste fasce ospitano al loro interno gli ambienti caratteristici di una scuola, dimensionati come da normativa, seguendo sia il D.M. 18/12/1975 sia le nuove Linee Guida del Miur.

tipi di attività	D.M. 18.12.1975 m <sup>2</sup> /alunno	Linee Guida Miur 2013 m <sup>2</sup> /alunno	Nuova scuola Villaggio Primo Maggio
attività didattiche	2.44	2.80	3.00
attività collettive	0.40	0.50	1.40
mensa	0.70	1.00	2.30
somma indici	3.54	4.30	6.70
connettivo	1.54	1.40	2.80
servizi igienici		0.70	0.95
superficie netta globale	5.08	6.40	10.45

Fig.44 – Tabella relativa al dimensionamento degli spazi

Come da bando di gara la nuova scuola deve ospitare tre cicli completi con quindici aule, cinque laboratori, un'aula insegnanti, una mensa e una palestra. In particolare le aule occupano la parte sud dell'edificio in comunicazione diretta con lo spazio verde antistante, allineate una accanto all'altra anche al piano superiore.

I luoghi di aggregazione quali l'atrio centrale, le aree relax e lo spazio connettivo sono gli spazi caratterizzanti che suddividono lo spazio in due blocchi sia trasversalmente che longitudinalmente.

Per quanto riguarda i servizi, la palestra occupa il lato est del lotto servita dal parcheggio adiacente mentre la mensa è posizionata a nord est dell'edificio per essere facilmente raggiungibile dall'esterno dagli addetti.

E' stata dimensionata per essere utilizzata dai bambini più piccoli del primo ciclo, quelli con maggiore necessità di usufruire del servizio, suddivisi in due turni di refezione.



E' presente, inoltre, anche uno spazio adibito a biblioteca, al primo piano utilizzabile sia dagli insegnanti che dai bambini. L'area relax adiacente è stata arredata con divanetti e piani d'appoggio in maniera tale da poter ospitare i fruitori della biblioteca per la consultazione dei libri.

I collegamenti verticali, scale e ascensori, sono localizzati nella parte est ed ovest dell'atrio centrale per una gestione dei flussi più efficiente ed omogenea. Accanto ad essi sono posti i servizi igienici, sia al piano terra che al piano primo, e gli spazi a servizio della scuola quali locali tecnici e amministrazione.

In generale l'organizzazione degli spazi risulta coerente con le scelte formali adottate e, allo stesso tempo, risponde ai requisiti richiesti dal bando e dalla normativa vigente.

## **6.5 L'atrio centrale e gli spazi comuni**

Lo spazio di accoglienza si caratterizza come spazio pubblico, come una piazza, che ricopre nell'edificio lo stesso ruolo della piazza nella città.

In questo caso la scelta distributiva e tipologica è di natura strettamente pedagogica: la piazza non solo supporta, ma anche rappresenta la pedagogia della relazione, favorendo accadimenti, relazioni di gruppo, storie, rapporti sociali, e l'assunzione di una identità pubblica da parte dei bambini.

Come accade in città che per entrare in un palazzo si passa per la strada e poi si attraversa la piazza, così a scuola, dall'ingresso si accede a questo ambiente, che conduce alle aule.

L'atrio non assume solo una funzione connettiva e di distribuzione ma è uno spazio in cui i bambini possono lavorare individualmente o in piccoli

gruppi, per questo motivo lo spazio è leggermente ribassato rispetto all'ingresso. Così facendo si crea un'area protetta lontana dai percorsi principali di passaggio verso le aule.

E' uno spazio a doppia altezza illuminato dalla luce naturale grazie alle aperture in sommità e assume un forte valore simbolico all'interno del progetto.



Fig.45 – Vista dell'atrio al piano terra con lo spazio centrale ribassato

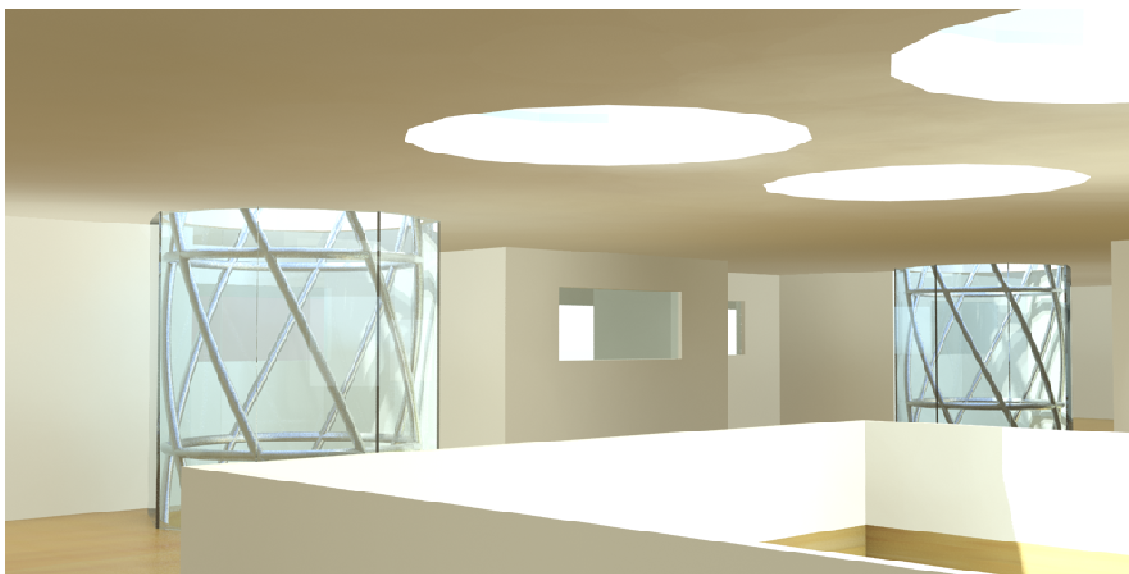


Fig.46 – Vista dell'atrio al piano primo

Un asse trasversale caratterizza il progetto e segna una successione di spazi comuni che partono dall'ingresso fino ad arrivare all'esterno.

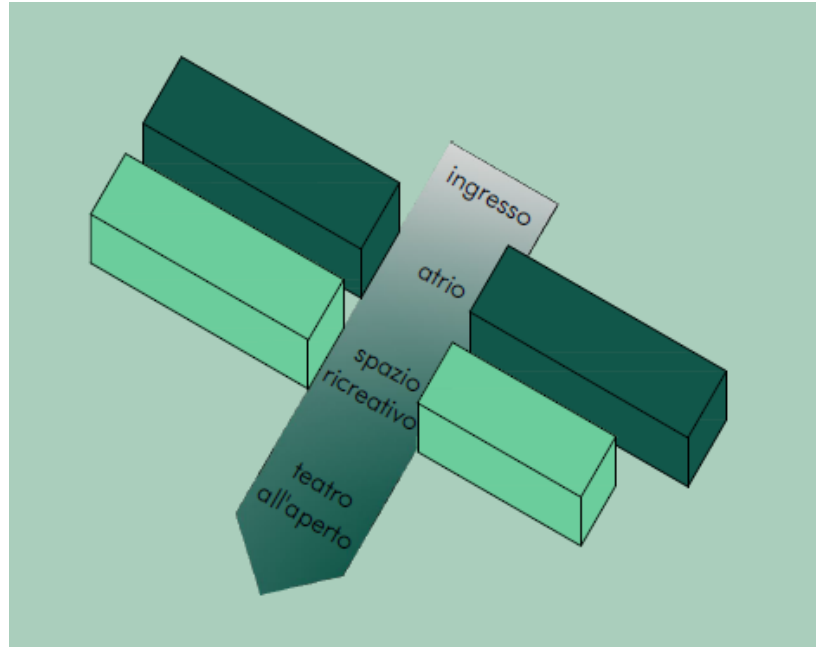


Fig.47 – Schema della distribuzione degli spazi comuni sull'asse trasversale

Si crea così una sorta di continuità e permeabilità con l'esterno rafforzata dall'utilizzo di ampie vetrate che garantiscono l'interazione con lo spazio verde. In questo modo la scuola vive fortemente ciò che accade all'esterno, il clima, le stagioni, il ritmo della giornata perché è importante che i bambini si sentano in sintonia con l'ambiente esterno.

Ciò consente alla struttura la massima trasparenza, garantendo ai bambini ed agli insegnanti che simultaneamente si trovano dentro e fuori dall'edificio di riconoscersi e potersi osservare.

L'edificio è dotato anche di altri spazi comuni quali le aree relax connesse ai laboratori dove i bambini possono svolgere attività di gruppo al di fuori dell'aula. Così anche lo spazio connettivo, non svolge solo la funzione di collegamento ma offre anche la possibilità di ospitare attività didattiche singole o di gruppo al di fuori dei confini dell'aula tradizionale.

## 6.6 Il concept degli spazi didattici: l'aula di Hertzberger

Per la definizione dello spazio alla didattica ci siamo ispirati al modello utilizzato da Herman Hertzberger nei suoi progetti.

Architetto olandese, si laurea presso il Politecnico di Delft nel 1958 e due anni dopo inizia a progettare la Scuola Montessori a Delft. Come molti giovani architetti della sua generazione trova il suo punto di riferimento in Aldo Van Eyck, il quale aveva dedicato una particolare attenzione al mondo dell'infanzia con molta sensibilità e capacità di identificazione con i bisogni degli utenti.

Hertzberger studia l'aula con pianta a L per consentire attività simultanee differenti, individuali o di gruppo, permettendo all'insegnante di controllare ugualmente l'intera classe.

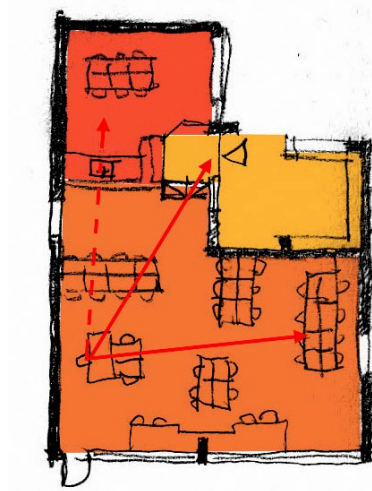


Fig.48 – Schema del controllo dell'aula

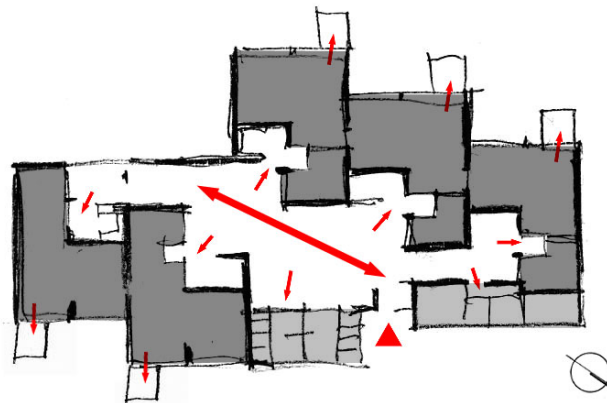


Fig.49 – Schema della relazione tra le aule e lo spazio comune

L'ambiente rispecchia così gli ambienti di una casa con spazi articolati e irregolari, spazi di introspezione e di scoperta, angoli tranquilli dove i bambini possono lavorare e pensare secondo i propri tempi.

Un altro aspetto importante è la definizione delle zone di transizione tra l'aula, intesa come spazio privato e l'atrio comune, inteso come spazio pubblico.

Appena fuori dall'aula si trova la zona *in-between*, zona di passaggio tra le classi e l'atrio centrale, dotata di un'ulteriore postazione di lavoro dove i bambini possono svolgere attività di gruppo o individuali in prossimità della classe. Inoltre le pareti dell'aula che comunicano con il corridoio sono dotate di aperture per garantire la luce diffusa e allo stesso tempo creano una continuità visiva con lo spazio comune.

Oltre alle aperture, le pareti sono dotate anche di bacheche espositive per i lavori prodotti dai bambini che, attraverso le immagini e i lavori da loro creati personalizzano gli spazi comuni della scuola.

In questo modo lo spazio soglia assume un'importanza rilevante e diventa luogo di socializzazione tra gli allievi, i genitori e gli insegnanti<sup>21</sup>.

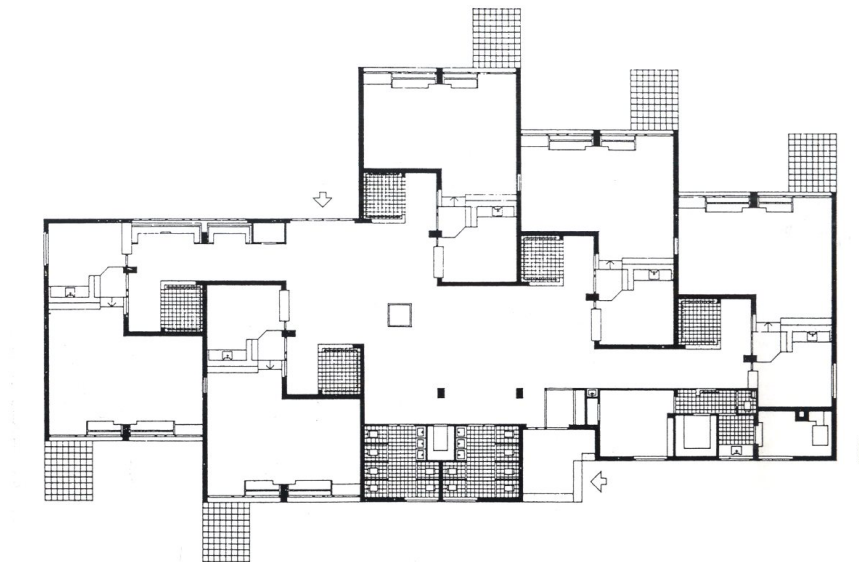


Fig.50 – Pianta piano terra, Scuola Montessori a Delft, 1960-1981

<sup>21</sup> Casabella 750/751, Claudia Baglione, *La Pedagogia dello spazio*, pag.56

L'aula diventa così uno spazio che segue uno schema a spirale, o guscio di chiocciola, con un grado di protezione e di intimità crescente dall'esterno verso l'interno: si passa da zone dove la concentrazione è più facile a zone maggiormente connesse agli spazi comuni.

Ciò avviene perché Hertzberger sposa la filosofia del metodo Montessori<sup>22</sup> secondo il quale i bambini lavorano individualmente su attività che scelgono liberamente. Non è una libertà assoluta, si tratta piuttosto di una libertà guidata poiché i bambini sono orientati da quello che vedono e dalle possibilità che gli vengono presentate. In questa situazione la necessità di concentrazione cambia a seconda del lavoro che si svolge e la capacità di concentrazione è diversa da bambino a bambino. Per questo in una scuola lo spazio dovrebbe essere organizzato in maniera tale da impedire che i bambini possano distrarsi l'un l'altro, mantenendo un altro grado di concentrazione rispetto al lavoro che stanno svolgendo<sup>23</sup>.

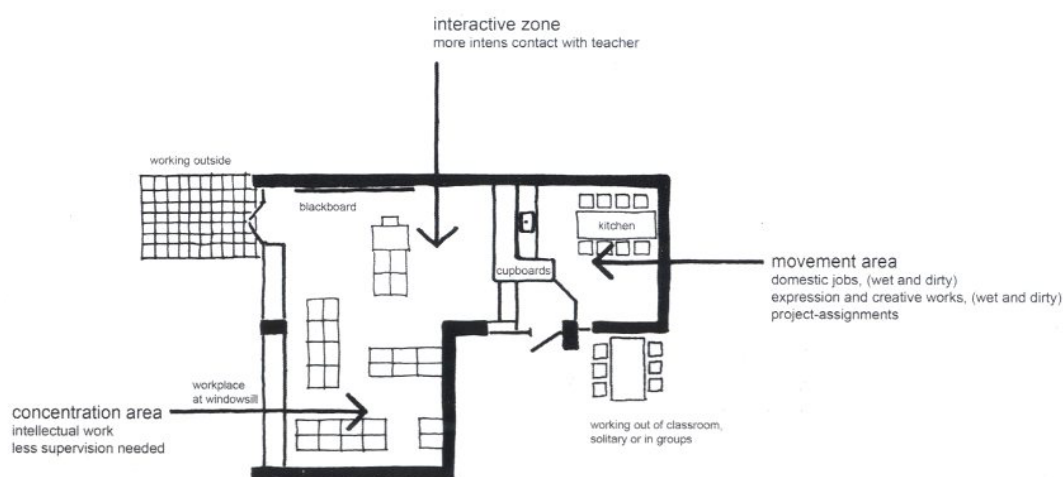


Fig.51 – Pianta schematica di un aula a L, Scuola Montessori a Delft, 1960-1981

<sup>22</sup>Maria Montessori è stata una pedagogista, filosofa, medico, scienziata, educatrice e volontaria italiana, nota per il metodo che prende il suo nome, usato in migliaia di scuole materne, elementari, medie e superiori in tutto il mondo,

<sup>23</sup>S.Martino, *La Scuola Montessori nei primi progetti di Herman Hertzberger: i temi chiave dello spazio per l'apprendimento*, Urbino, 2014

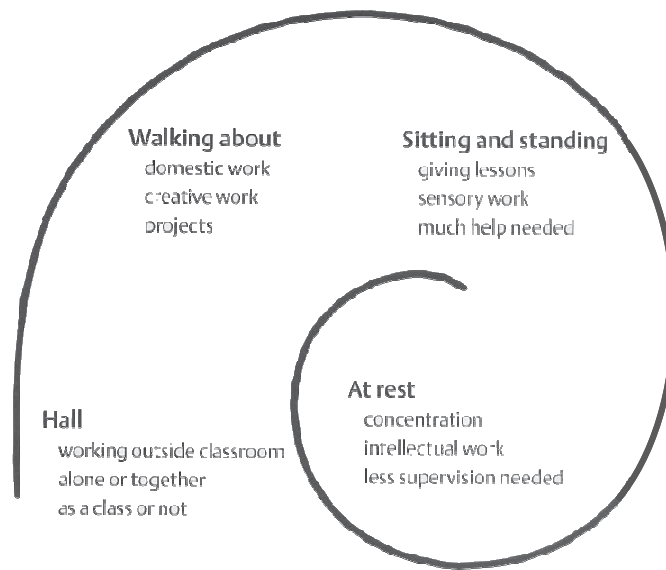


Fig.52 – Schema a chiocciola con i diversi ambienti dell'aula

Gradualmente si passa dall'aula tradizionale a un concetto di aula più innovativa dove i bambini imparano senza costrizioni, imparano in qualunque luogo della scuola non più solo in classe.

In questo contesto si inserisce il concetto di *learning landscape*, paesaggio dell'apprendimento, dove le aule non spariscono del tutto ma lo spazio si articola in maniera tale da poter offrire la possibilità di trovare luoghi che assicurano il massimo della concentrazione in cui ciascuno può lavorare nel modo che predilige<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> Casabella 750/751, Chiara Baglione, *Learning Landscape*, pag.61

## 6.7 Le aule

Questi principi sono alla base dell'organizzazione dello spazio didattico all'interno del nostro progetto. L'apprendimento non avviene soltanto nei confini dell'aula ma tutta la scuola assume le sembianze di un paesaggio dell'apprendimento. I bambini percorrono una *promenade*, attraverso la quale scoprono tutte le possibilità che i diversi ambienti offrono.

Dall'atrio centrale alla zona più introversiva dell'aula si crea un percorso a spirale che segna il passaggio dagli spazi comuni agli spazi più silenziosi.

Si succedono così 5 diversi ambienti:

- Atrio centrale
- Spazi comuni
- Filtro esterno
- Aula
- Filtro interno

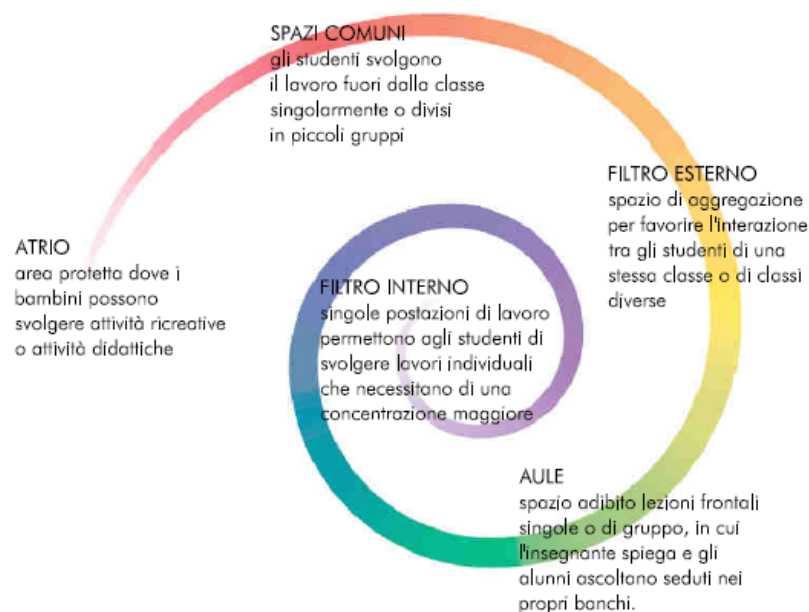


Fig.53 – Spirale degli spazi dall'atrio all'aula



Partendo dal modello di Hertzberger, abbiamo ridisegnato le aule dimensionandole seguendo le nuove normative. Abbiamo quindi ottenuto delle aule 9x10 metri e proprio sulla base di queste dimensioni abbiamo impostato una griglia che ha permesso di dimensionare anche gli altri spazi dando ordine all'intero progetto.

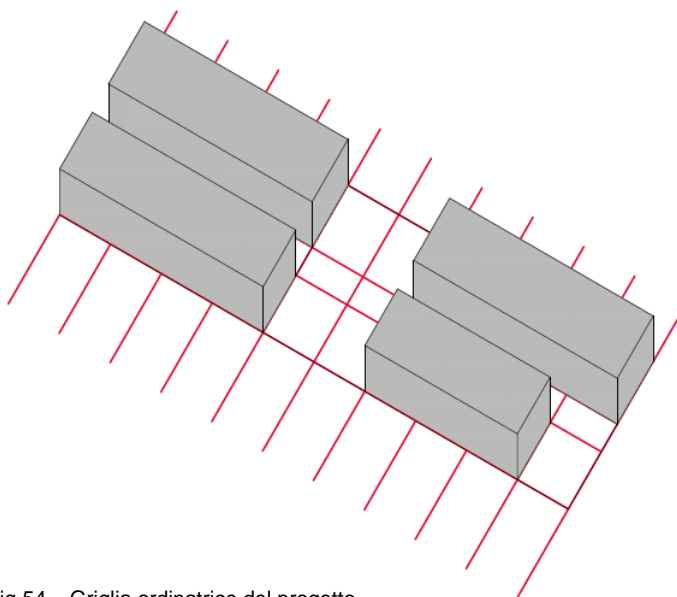


Fig.54 – Griglia ordinatrice del progetto

Le aule sono allineate lungo la fascia sud dell'edificio, si affacciano sullo spazio verde grazie ad ampie vetrate che garantiscono la permeabilità visiva con l'esterno.

Al piano terra si trovano le sei aule I primo ciclo mentre al piano primo le nove aule del secondo ciclo. Questa soluzione è stata adottata per facilitare le lezioni interciclo, per permettere ai bambini più piccoli di accedere alla scuola più facilmente senza dover utilizzare i collegamenti verticali e sfruttare al meglio la possibilità di uscire direttamente nell'area verde per la ricreazione e per il gioco.

Inoltre è stato pensato anche uno spazio coperto all'esterno di ogni aula che offre la possibilità di svolgere la lezione all'aperto nei mesi più caldi.

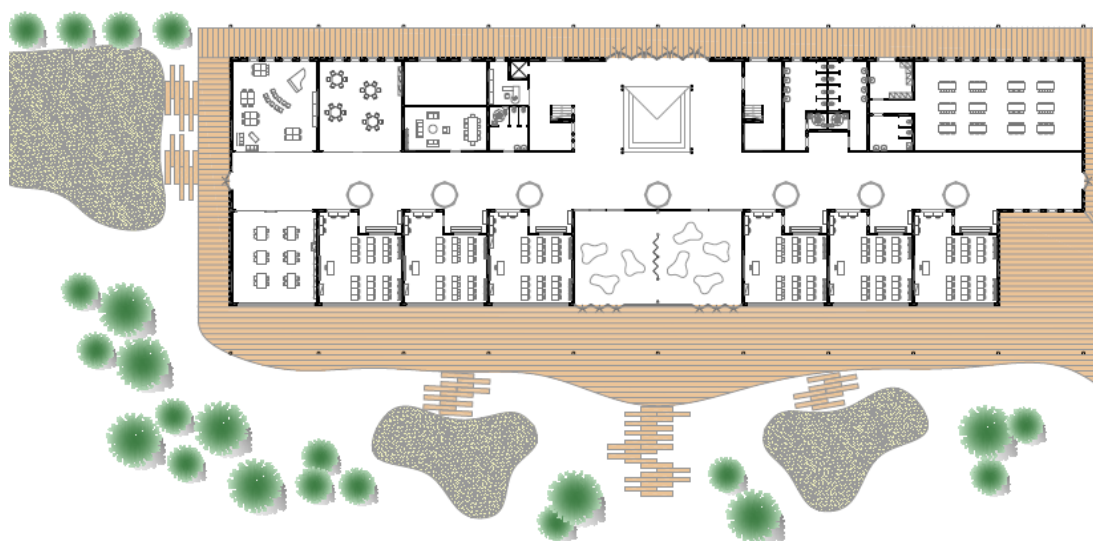
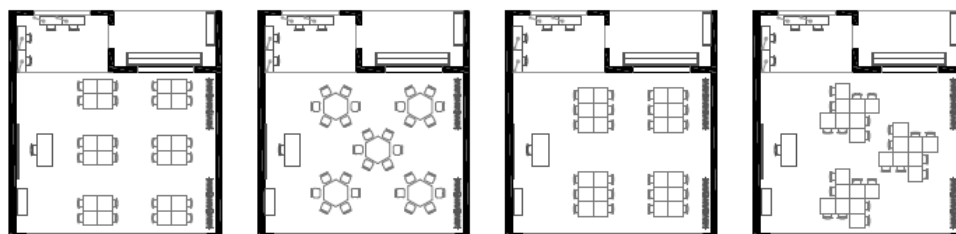


Fig.55 – Pianta piano terra e esterno

Tutte le aule sono adatte a assumere diverse configurazioni a seconda delle esigenze e all'evoluzione dei metodi educativi. E' possibile svolgere lezioni frontali tradizionali ma anche lezioni collettive che offrono maggior confronto e scambio tra gli alunni.



a. apprendimento individuale



b. apprendimento collettivo

Fig.56 – Possibili configurazioni delle aule

## 6.8 I laboratori

I laboratori sono considerati come delle aule speciali in cui i bambini possono dar vita alla loro creatività. Lo spazio laboratoriale rappresenta un luogo con una forte valenza significativa:

- sviluppa la dimensione operativa e intellettuale del bambino
- coinvolge i bambini rispetto a un obiettivo
- incrementa confronti e scambi di informazioni
- integra le differenti competenze
- stimola la cooperazione
- aiuta a riflettere su metodi e contenuti attraverso l'esperienza diretta

Rispetto al bando che prevedeva cinque laboratori, la scuola dispone di sei laboratori, tre per ogni piano, in modo da poter soddisfare a pieno i bisogni di tutti gli alunni.

Sono stati concepiti come spazi adattabili a seconda delle esigenze e con varie configurazioni affinché possano essere sempre al passo con l'evoluzione della didattica anche in futuro.

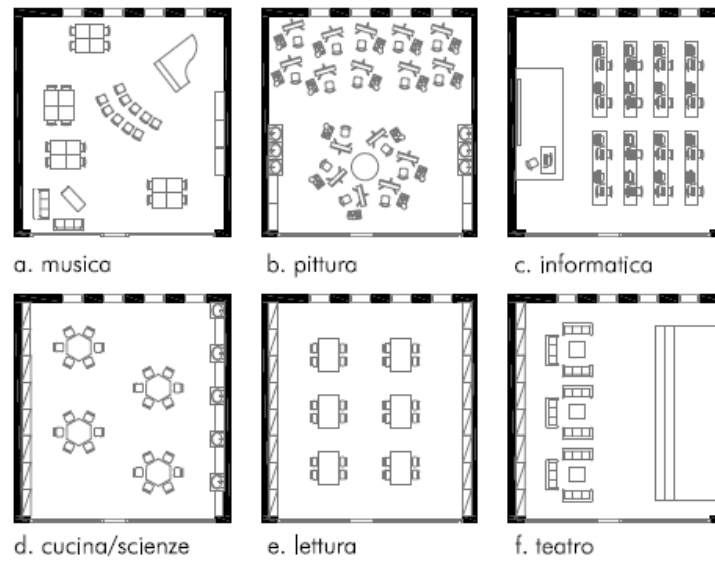


Fig.57 – Possibili configurazioni dei laboratori

Tutti i laboratori sono dotati di pareti vetrate verso il corridoio che rappresentano un punto di connessione con gli spazi connettivi.

Inoltre i laboratori al primo piano, sono adiacenti agli spazi comuni, che volendo, possono essere utilizzati come spazio aggiuntivo per attività che richiedono una superficie di utilizzo maggiore.

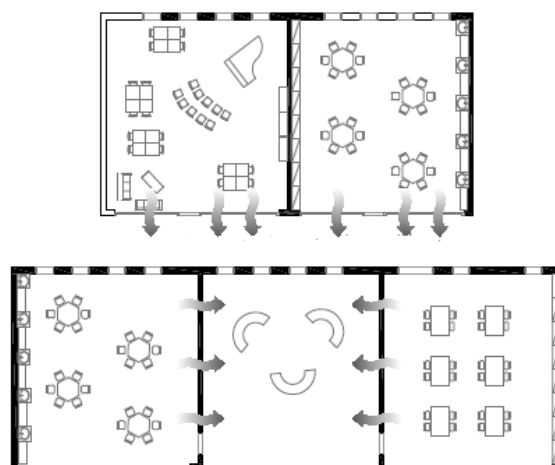


Fig.58 – Adattabilità dei laboratori

## 6.9 Percorso nel verde

Se lo spazio architettonico è strumento didattico per incentivare nel soggetto il desiderio della scoperta, la curiosità, la voglia di sperimentare, l'area verde è occasione di scoperta ed indagine attraverso il corpo, una navigazione sensoriale che esalta il ruolo cognitivo e progettuale del bambino. Osservare, ascoltare, toccare, annusare, nascondersi, giocare con l'energia, in piena sicurezza, diventano gli ingredienti del progetto.

In questa logica, la strutturazione di tutti gli spazi viene effettuata considerando fondamentale il facile orientamento del bambino che, a casa come a scuola, per sentirsi bene ed al sicuro deve poter riconoscere nell'ambiente elementi di riferimento per coordinare il proprio movimento nello spazio.

Il progetto si connota per la presenza di un porticato nella zona sud, che oltre a costituire un valido supporto tecnico all'ottimizzazione del microclima, consente di ottenere degli spazi diaframma, luoghi che fungono da filtro tra interno ed esterno.

Lo spazio verde è interamente dedicato alle sperimentazioni didattiche e al gioco libero dei bambini secondo un percorso ben studiato.

Procedendo da est a ovest del lotto si susseguono le seguenti postazioni didattiche:

- giostra fotovoltaica
- parete free climbing
- percorso sensoriale
- teatro all'aperto
- percorso motorio
- orti didattici

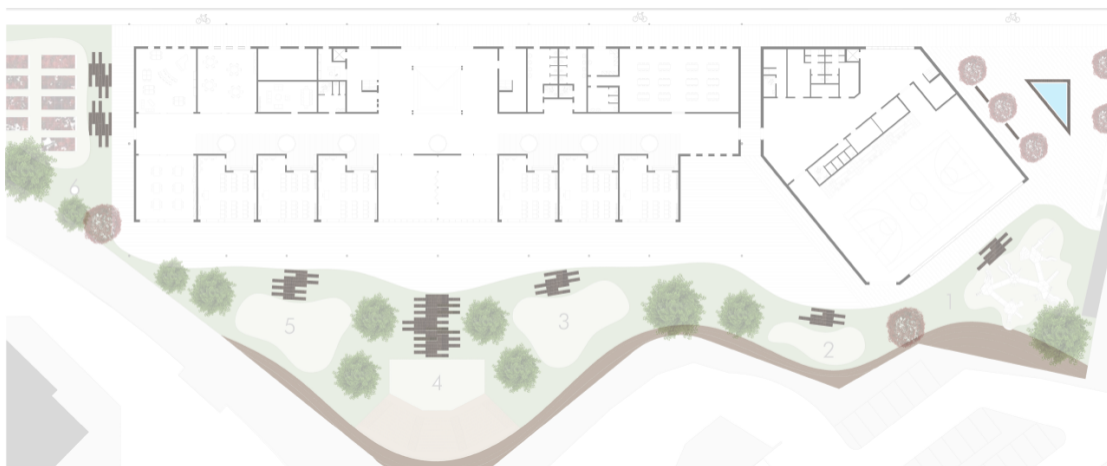


Fig.59 – Attacco a terra e rappresentazione degli spazi esterni

Partendo dall'ingresso si arriva subito alla piazza esterna, luogo di sosta, incontro e scambio a servizio dei bambini, alunni e insegnanti. Procedendo verso ovest troviamo la giostra fotovoltaica che, grazie all'energia elettrica prodotta da un pannello solare fotovoltaico, sensibilizza i bambini riguardo l'importanza di produrre energia elettrica tramite la luce solare. Installata nel parco della scuola può essere utilizzata durante la ricreazione o anche dalla comunità nell'orario extra scolastico.

Un'altra postazione riguarda il free climbing, una parete attrezzata per l'arrampicata. Superare un ostacolo, raggiungere un obiettivo con il solo uso del nostro corpo è fondamentale per capire che l'uso del corpo. In questa disciplina serve una conoscenza quasi perfetta di ogni nostro movimento, armonia, equilibrio e controllo delle emozioni.

Un buon esercizio fisico e mentale per i bambini.

Nello spazio esterno antistante la scuola troviamo le due postazioni del percorso sensoriale e del percorso motorio. Il percorso sensoriale è uno spazio per muoversi dove si scoprono però tutti e 5 i sensi. I contenitori dei materiali sensoriali sono delle scatole realizzate in multistrati di betulla. Il kit è composto da 7 materiali naturali: noci, trucioli di legno,

falde di cotone, tappi di sughero, fiocchi di kapok, foglie secche e piccole pigne secche.

Il percorso motorio invece è un' area caratterizzata da elementi componibili in legno ed in tessuto dove i bambini possono muoversi liberamente, sviluppando le capacità motorie. Si compone di una serie di pedane, rampe, materassi e cuscini di varie forme ed imbottiture per percezioni completamente diverse in base ai materiali: cotone, lana, kapok, noccioli di ciliegia, pula di miglio e pula di grano.

Sull'asse trasversale che collega l'atrio con lo spazio esterno troviamo il teatro all'aperto. Ricavato dalla pendenza della collina verde, è uno spazio in cui i bambini possono interagire e svagarsi pur restando a contatto con la natura circostante. Realizzato interamente in legno, il teatro all'aperto è caratterizzato da ampie gradonate atte a ospitare funzioni didattiche ma anche ricreative. Può essere inoltre utilizzato come luogo di ritrovo per la collettività sia per la scuola che per la comunità.

Infine nella parte ovest del lotto si trovano gli orti didattici. L'orto come strumento didattico mira ad incoraggiare una corretta e sana alimentazione attraverso un'esperienza concreta. Coltivare un orto costituisce un'esperienza significativa utile anche per riallacciare i contatti tra la società urbana e quella rurale. Inoltre stimola nel bambino le attività manuali e la conoscenza scientifica, favorendo lo sviluppo del pensiero logico. Il contatto diretto con la terra, l'esperienza di percezioni sensoriali, osservare la crescita delle piantine e rendersi conto che esiste un tempo biologico ed una stagionalità dei prodotti.

## 6.10 La luce naturale

Nelle scuole illuminate con abbondante luce naturale ( $FLd > 8\%$ ) gli studenti apprendono tra il 20% e il 26% più velocemente e ottengono valutazioni più alte tra il 7% e il 18% dei casi, rispetto alle scuole con illuminazione standard.

Partendo da questo presupposto, abbiamo cercato di integrare il più possibile questo aspetto fondamentale all'interno, grazie all'uso del software Ecotect (Autodesk)<sup>25</sup>. Tramite l'uso integrato di quest'ultimo nella progettazione abbiamo definito l'ampiezza e la disposizione delle chiusure trasparenti dell'involucro, dividendo questa tematica in tre ambiti: la parte delle aule, dei laboratori e del sistema connettivo.

Per quanto riguarda le aule, siamo partiti dalla configurazione iniziale che prevedeva un'unica grande apertura a sud di  $L = 8,60$  m e  $H = 2,60$  di altezza opportunamente schermata dall'aggetto della copertura. Tramite verifiche preliminari con il software Ecotect, pur rispettando le indicazioni della normativa riguardanti la superficie finestrata ( $1/8$  sup.) e del rapporto  $H$ /profondità aula ( $1:2,5$ ) abbiamo ottenuto un risultato mediocre, che non garantiva il limite di illuminamento (300 lux) e quello di FLD pari al 3% per le aule. Di qui la necessità di operare con delle nuove aperture sul lato nord, verso il connettivo, le quali ci hanno permesso di raggiungere degli ottimi livelli di illuminamento e di FLD per tutta la superficie.

Discorso analogo riguarda i laboratori, i quali partivano da una situazione di orientamento diversa rispetto alle aule, essendo tutti disposti a nord, ed avendo una superficie vetrata minore, per evitare i fenomeni di dispersione. Dopo uno studio preliminare abbiamo deciso di rendere la parete interna di quest'ultimi interamente vetrata, così da avere un ottimo

---

<sup>25</sup> California Board for Energy Efficiency



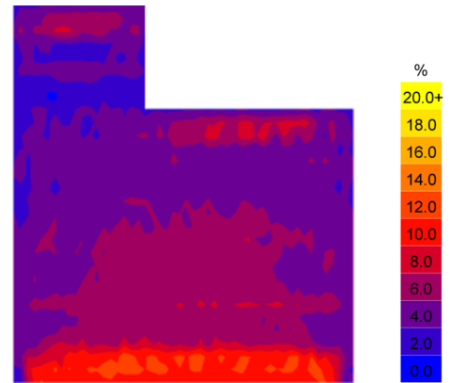
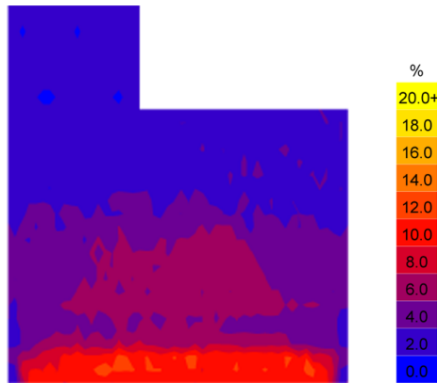
apporto di luce naturale all'interno dello spazio laboratoriale, il quale per le diverse attività svolte all'interno, che variano dalla musica, al teatro, ad attività manuali necessita di livelli di illuminazione diversificati.

Il connettivo necessita di un discorso a parte: la nostra volontà progettuale è stata fin dall'inizio di rendere questo spazio, che nella scuola tradizionale era trattato come mero spazio di transizione, un luogo vivibile dai bambini in ogni momento dell'orario scolastico, un luogo ben illuminato e che offrisse le condizioni per un diverso approccio a questo tipo di spazio. Affinché avvenisse tutto questo, dovevamo garantire un livello di illuminamento adatto.

Siamo partiti quindi da una soluzione che consisteva nell'avere quattro bucatore nel solaio interpiano corrispondenti ad altrettante bucatore in copertura lungo la distribuzione orizzontale, ed una più grande in sommità dell'atrio centrale d'ingresso. La soluzione finale invece consiste, per quanto riguarda il connettivo orizzontale, quella di avere 7 colonne circolari in metallo di luce che sbucano all'esterno del tetto caldo tamponate da un ottagono vetrato; per quanto riguarda l'atrio centrale abbiamo ridotto l'unica apertura con quattro aperture circolari di 2,5 m di diametro.

### Daylight Analysis

**Daylight Factor**  
Contour Range: 0.0 - 20.0 %  
In Steps of: 2.0 %  
© ECOTECT v5



### Daylight Analysis

**Daylighting Levels**  
Contour Range: 0 - 1000 lux  
In Steps of: 100 lux  
© ECOTECT v5

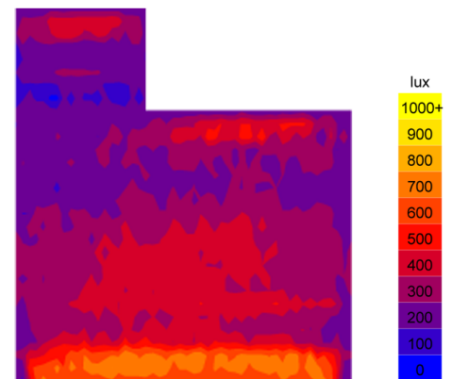
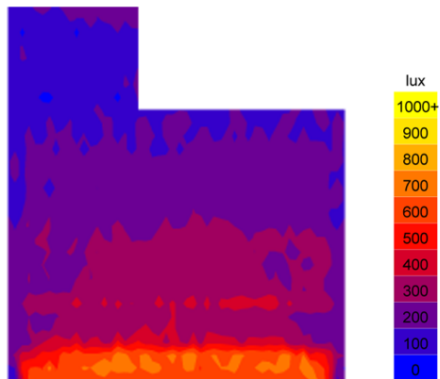
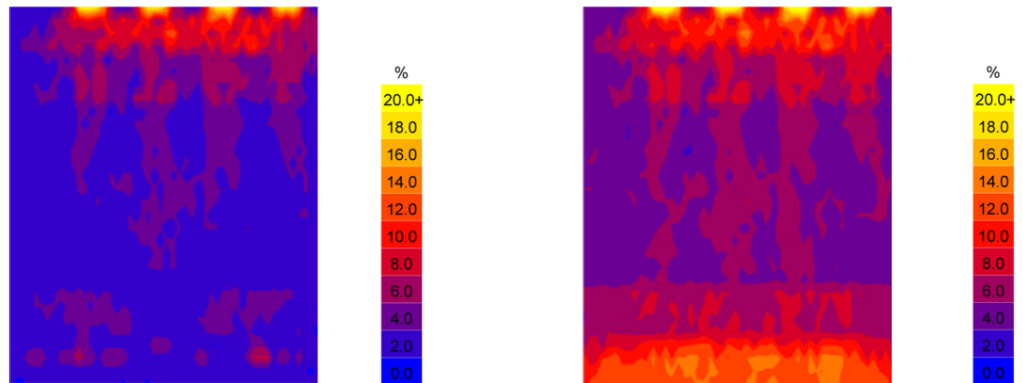


Fig.60 – Studio dei livelli di illuminamento e di FLD delle aule

### Daylight Analysis

**Daylight Factor**  
Contour Range: 0.0 - 20.0 %  
In Steps of: 2.0 %  
© ECOTECT v5



### Daylight Analysis

**Daylighting Levels**  
Contour Range: 0 - 1000 lux  
In Steps of: 100 lux  
© ECOTECT v5

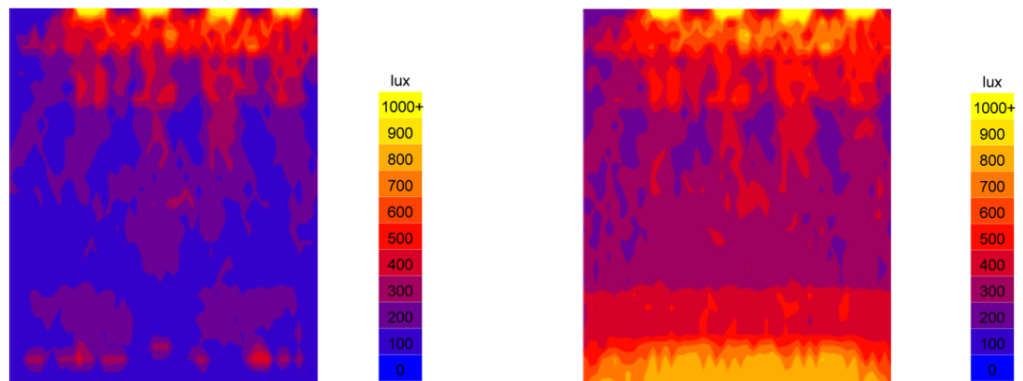


Fig.61 – Studio dei livelli di illuminamento e di FLD dei laboratori

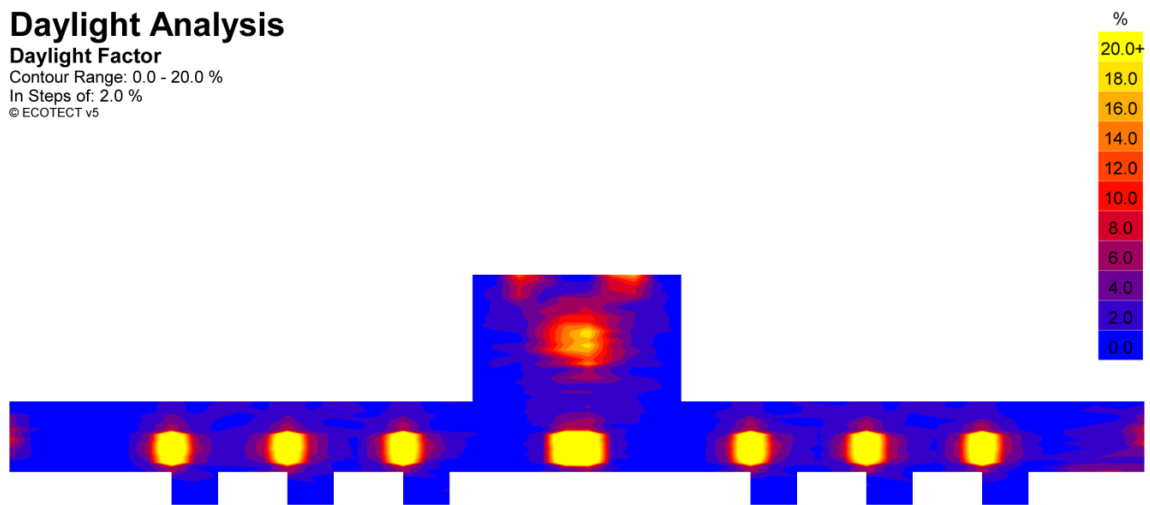
## Daylight Analysis

### Daylight Factor

Contour Range: 0.0 - 20.0 %

In Steps of: 2.0 %

© ECOTECT v5



## Daylight Analysis

### Daylighting Levels

Contour Range: 0 - 1000 lux

In Steps of: 100 lux

© ECOTECT v5

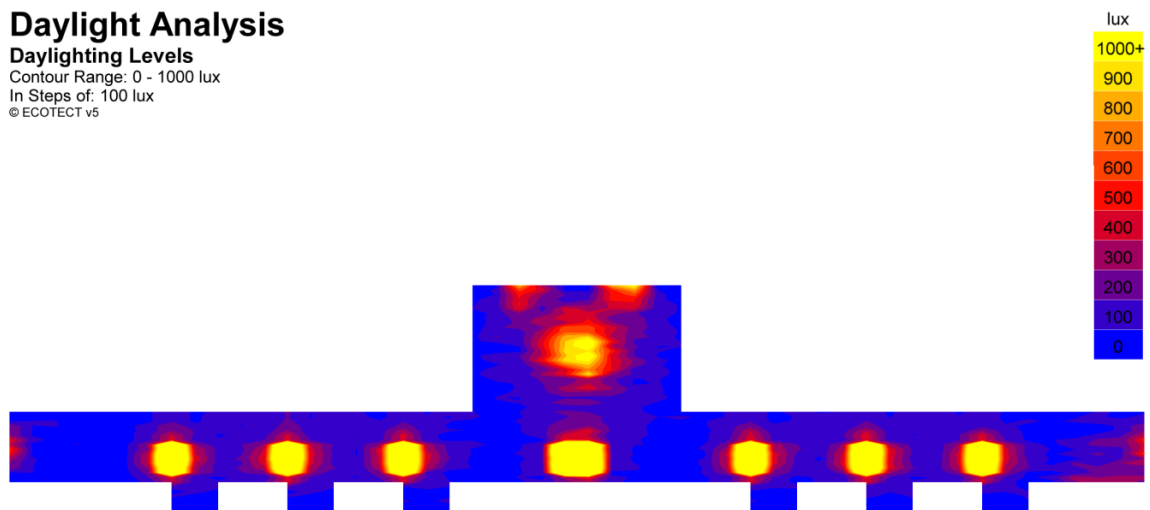


Fig.62 – Studio dei livelli di illuminamento e di FLD del connettivo nel piano terra

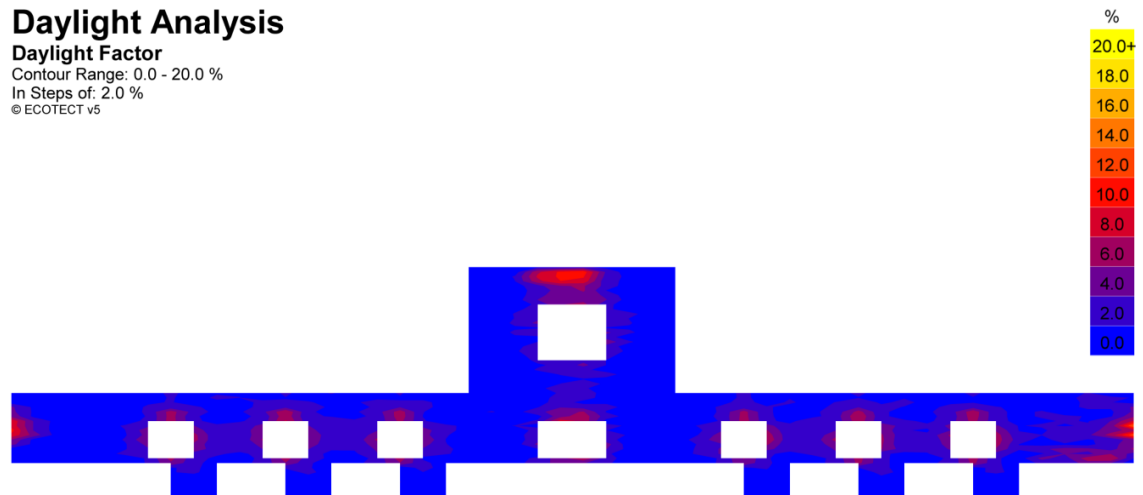
## Daylight Analysis

### Daylight Factor

Contour Range: 0.0 - 20.0 %

In Steps of: 2.0 %

© ECOTECT v5



## Daylight Analysis

### Daylighting Levels

Contour Range: 0 - 1000 lux

In Steps of: 100 lux

© ECOTECT v5

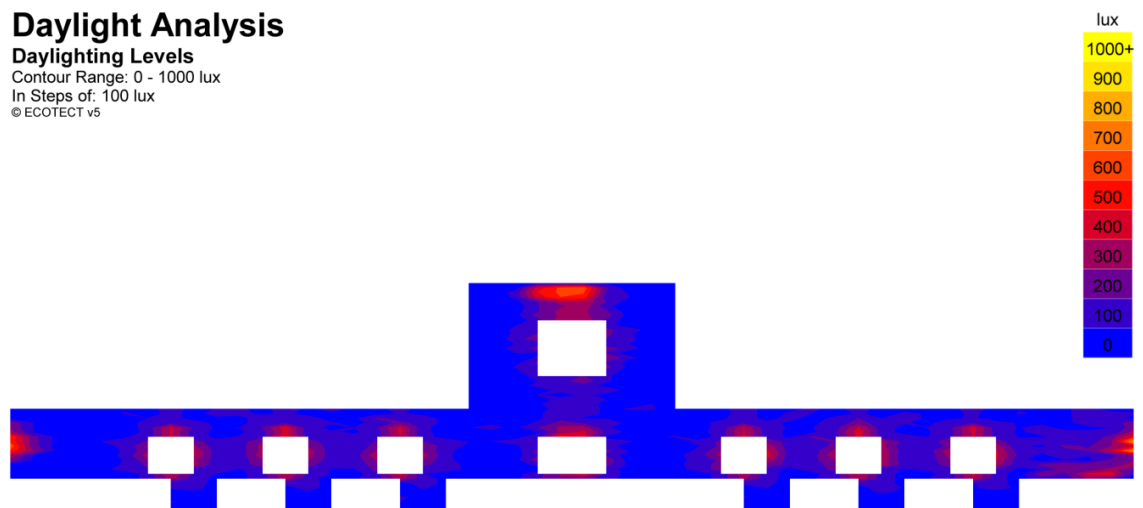


Fig.63 – Studio dei livelli di illuminamento e di FLD del connettivo nel piano primo

## 6.11 I tubi di luce

Una componente che caratterizza la nostra scuola sono questi elementi cilindrici, di 2,50 m di diametro tamponati da un ottagono vetrato che poggia sui marcapiani dei solai. Essi sono stati pensati come elementi che, oltre ad avere valenza strutturale, avessero anche funzione didattica, rendendo i bambini partecipi dei cambiamenti climatici dell'esterno.

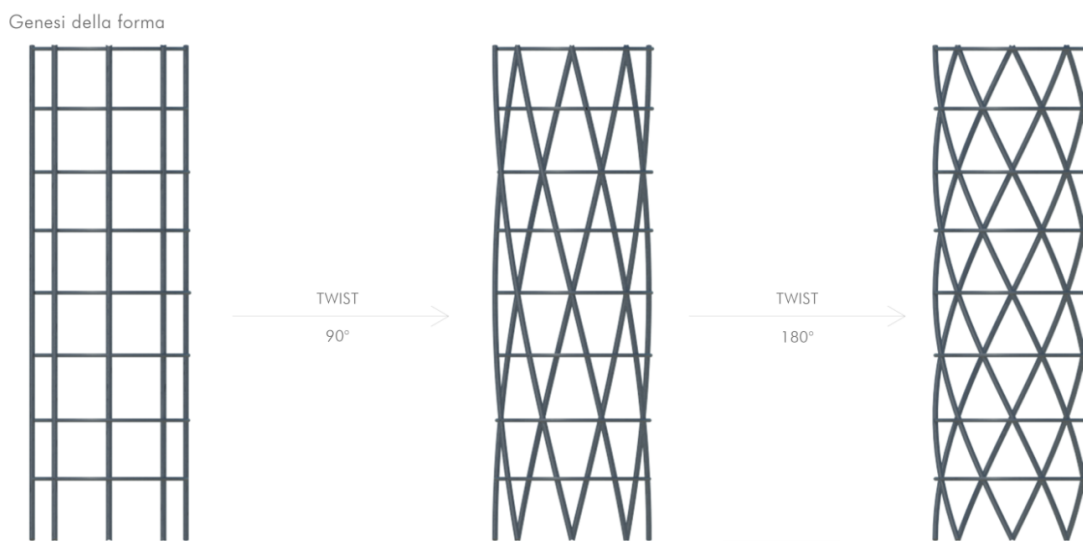


Fig.64 – Genesis della forma delle colonne di luce

La loro struttura è composta da otto tubolari di acciaio di 9 cm di diametro intervallati regolarmente da delle staffe che abbracciano l'intero sistema. La forma finale è stata raggiunta mediante un torsione di 180° degli elementi verticali rispetto alla configurazione di partenza, come si può vedere dalla fig.00.

In totale i tubi sono sette, disposti lungo il sistema connettivo orizzontale in stretta relazione con lo spazio filtro delle aule, portando luce naturale. Oltre ad avere l'importante funzione di portare la luce naturale all'interno degli spazi comuni, rendono il sistema connettivo un luogo piacevole e

ben illuminato, permettono all'acqua piovana, essendo aperti in sommità, di entrare rendendo i bambini partecipi dei cambiamenti climatici, sensibilizzandoli al riutilizzo di quest'ultima, come avviene appunto nel nostro caso mediante un vasca di raccolta sotterranea.

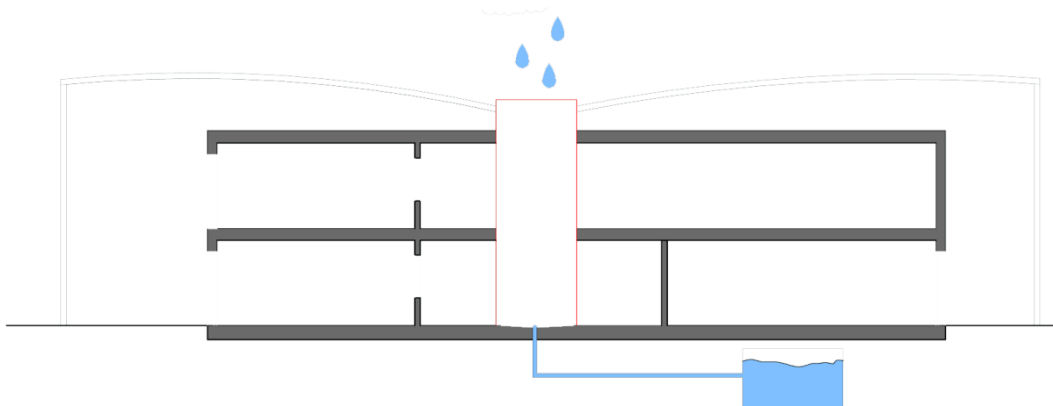


Fig.65 – Raccolta dell'acqua piovana

Producendo una continuità visiva tra i vari piani della scuola, permettono ai bambini di prendere punti di vista diversi all'interno dell'edificio, così da instaurare nuove relazioni.

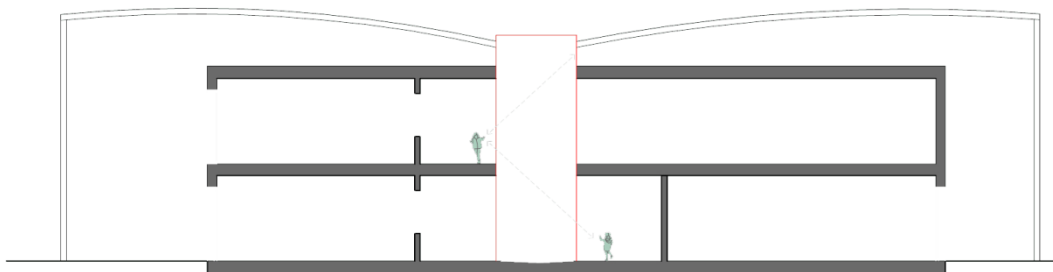


Fig.66 – Permeabilità visiva

Altra funzione importante dei tubi è quella di permettere all'aria esausta di fuoriuscire da essi verso l'esterno, mediante un'apertura su di un lato dell'ottagono, sfruttando i moti convettivi dati dall'effetto camino.

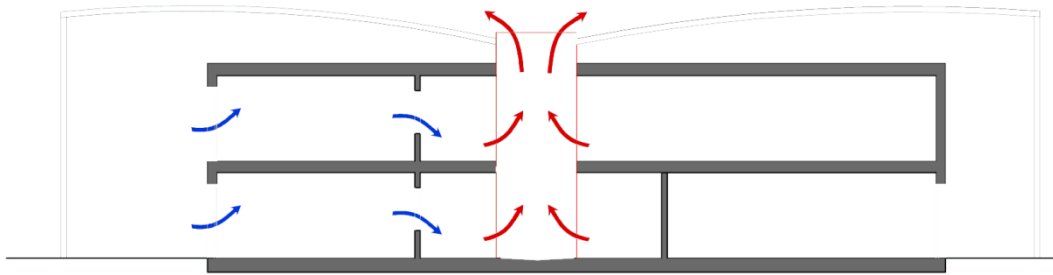


Fig.67– Ventilazione naturale

I tubi hanno inoltre funzione strutturale, fungendo da appoggio intermedio della copertura, la quali si innesta su di essi con i suoi diagonali lignei mediante delle piastre metalliche a scomparsa.

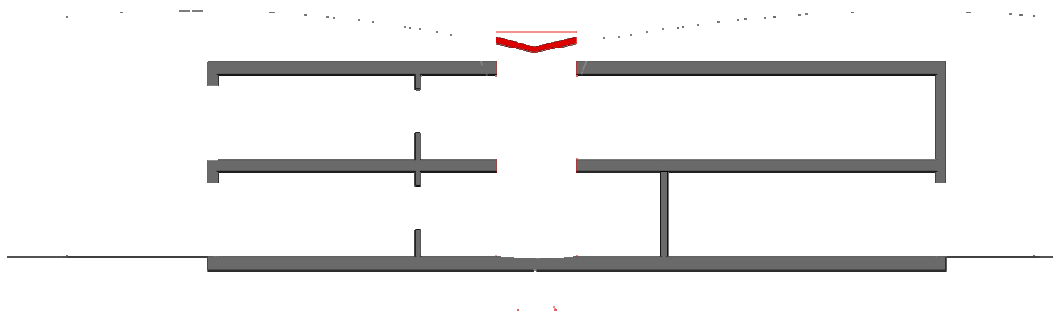


Fig.68 – Funzione strutturale

Partendo dal piano di calpestio al cielo, questi elementi acquistano una forte valenza simbolica e comunicativa all'interno della scuola, sono il tramite tra l'interno e l'esterno, sono un occhio che permettono ai bambini di scrutare il cielo, la libertà.



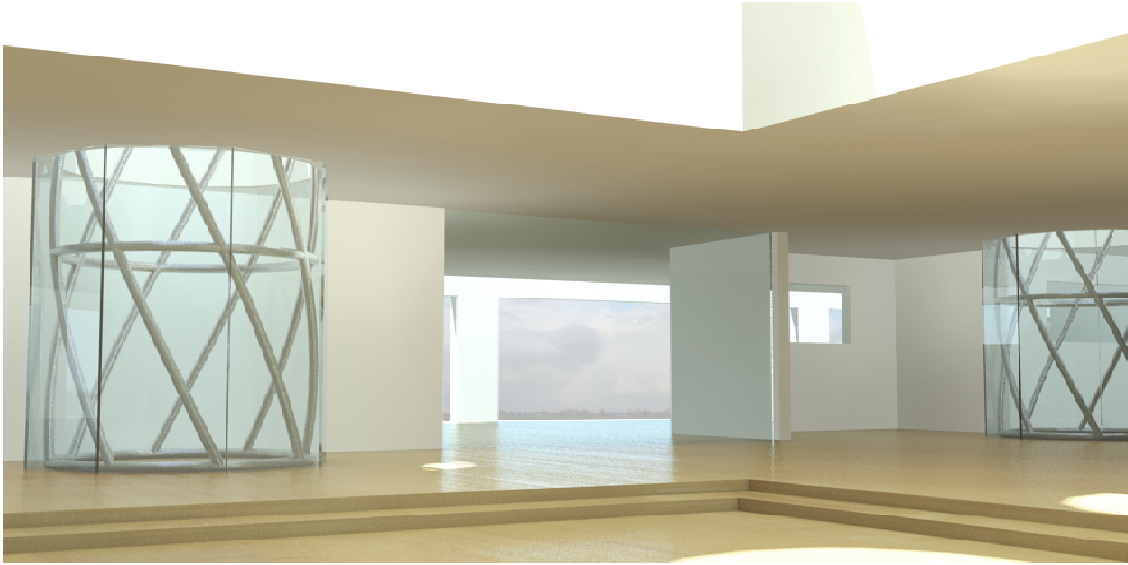


Fig.69 – Vista del connettivo al piano terra

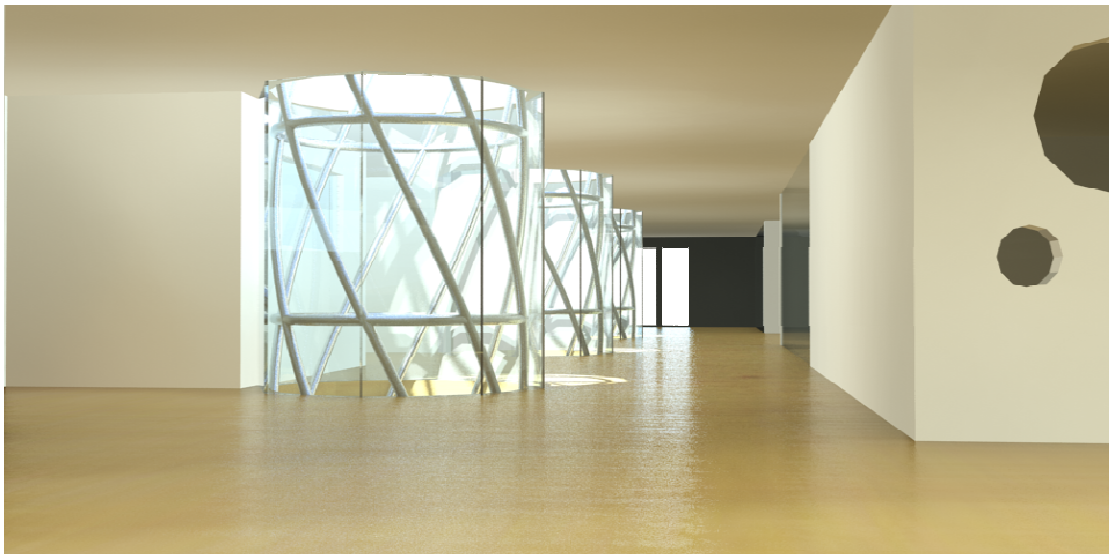


Fig.70 – Vista del connettivo al piano primo

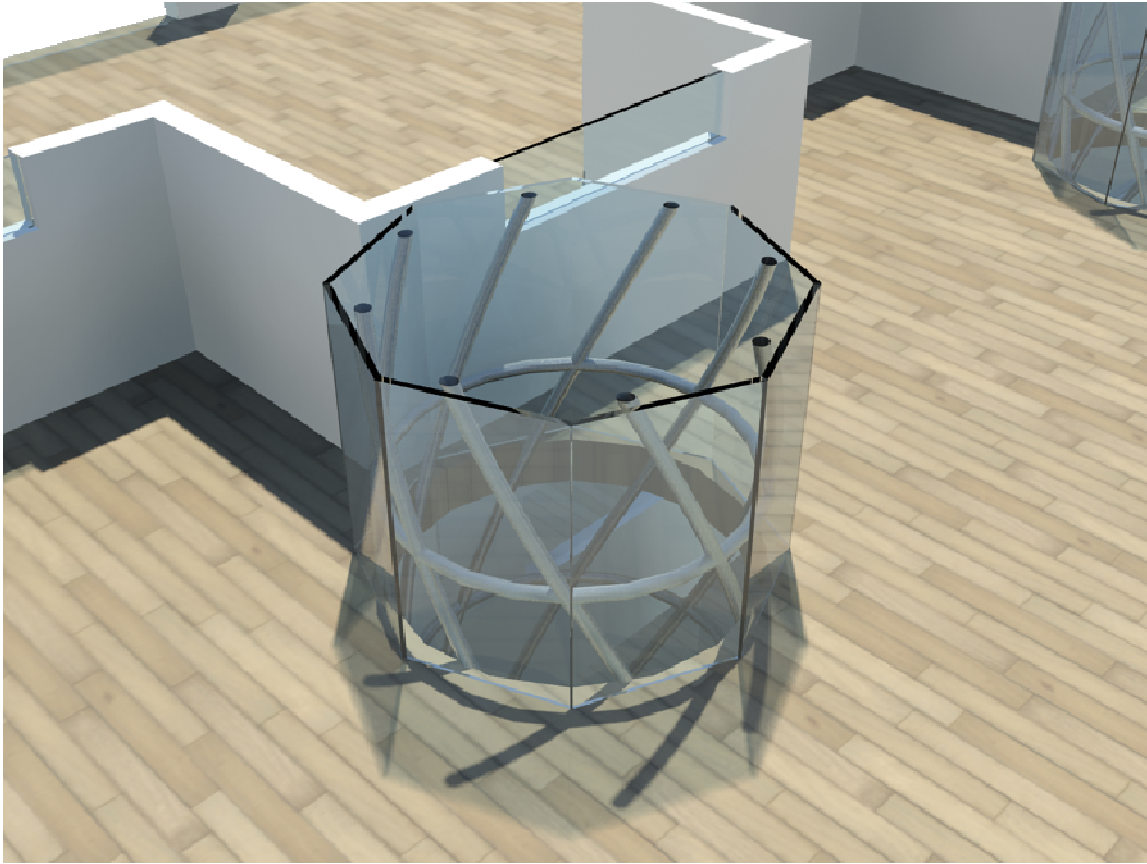


Fig.71 – Spaccato assonometrico di un tubo

## 6.12 La copertura

La scuola è avvolta per tutta la sua lunghezza da una grande copertura lignea con un profilo ad ali di gabbiano. Questo elemento è staccato dall'involucro e mantiene una propria indipendenza formale. È formata da una maglia regolare di 3 m composta da elementi lignei di sezione 10x20 cm, circondata perimetralmente da una mantovana di sezione 10x40 cm e ricoperta da una membrana in fibra di vetro/PTFE, che offre la tenuta all'acqua ma allo stesso tempo permette alla luce di essere filtrata essendo traslucida.

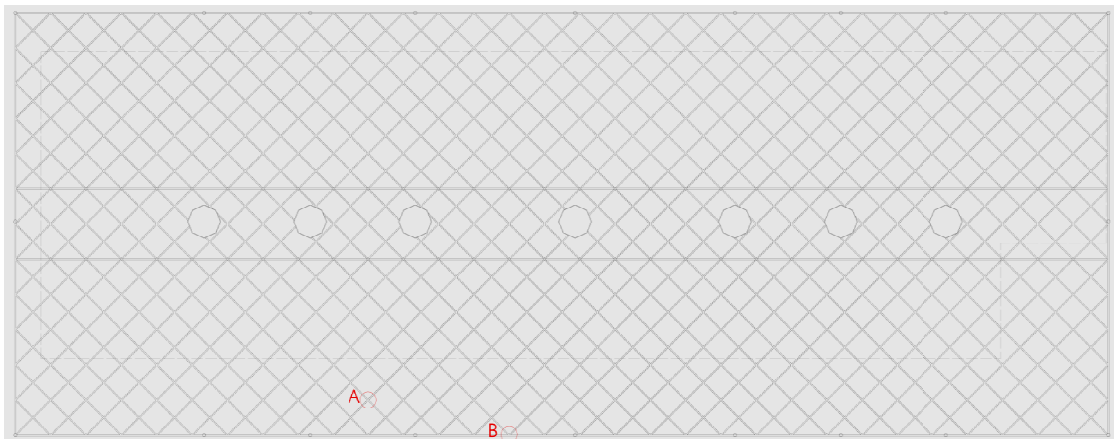


Fig.72– Pianta della copertura

Le sue dimensioni sono state studiate per proteggere la facciata sud dall'irraggiamento estivo diretto, schermandone il fronte e al contempo permettendo gli apporti di quest'ultimo nei mesi invernali.

Essendo una copertura fredda, quindi staccata dal volume della scuola, contribuisce a schermare quest'ultimo dall'irraggiamento, innescando dei moti convettivi tra la superficie del tetto caldo e la membrana. Il suo funzionamento statico è quello di un guscio presso inflesso, con i doppi pilastri esterni capaci di assorbire la spinta orizzontale, contrastata in mezz'opera dall'appoggio sui tubi.

## Particolare nodo B

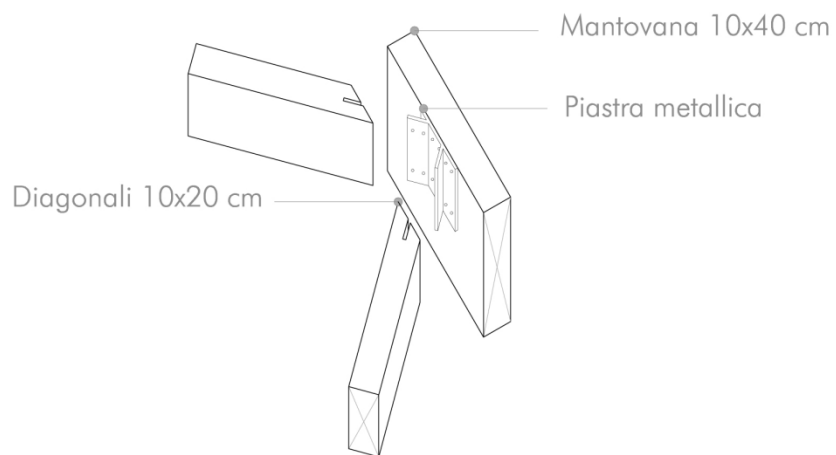


Fig.73 – Particolare nodo B

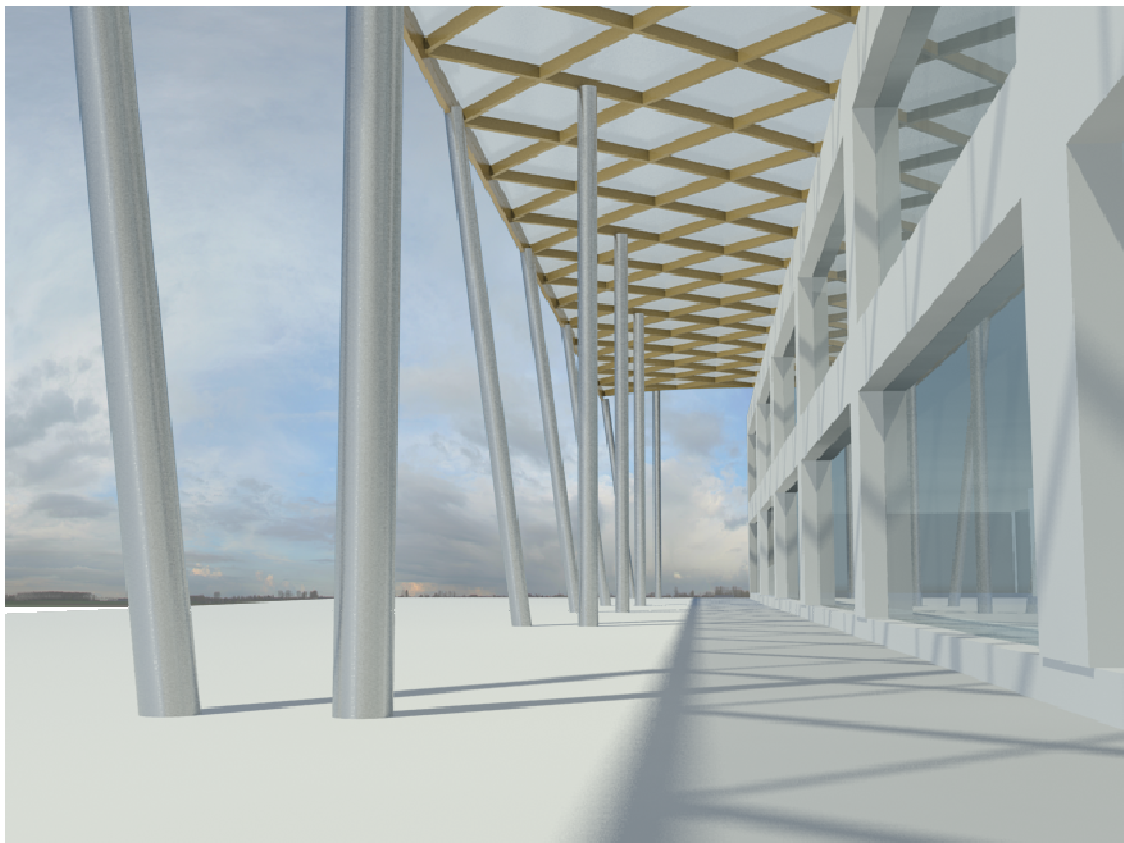


Fig.74 – Vista esterna

## Particolare nodo A

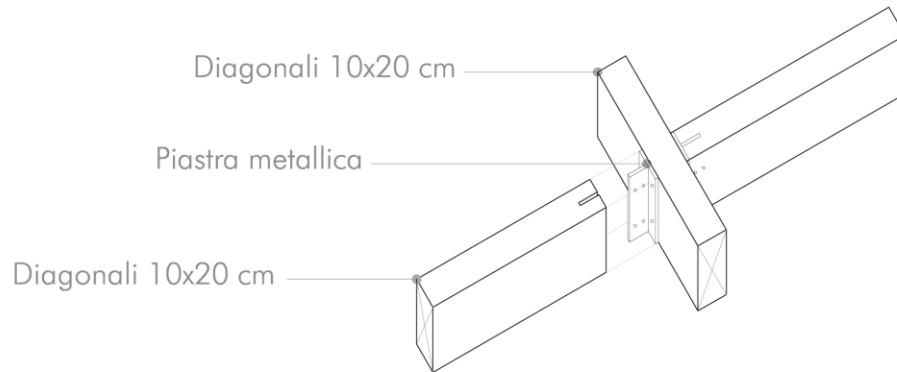


Fig.75 – Particolare nodo A

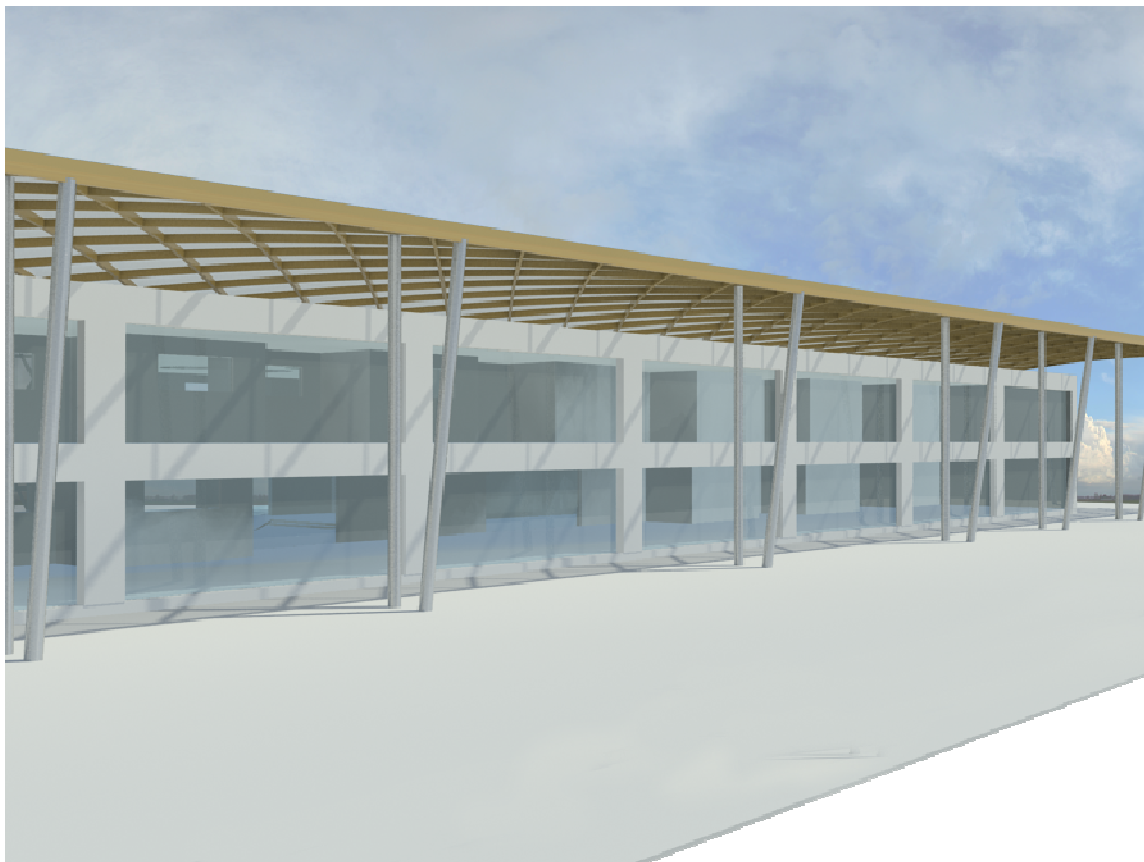


Fig.76 – Vista esterno



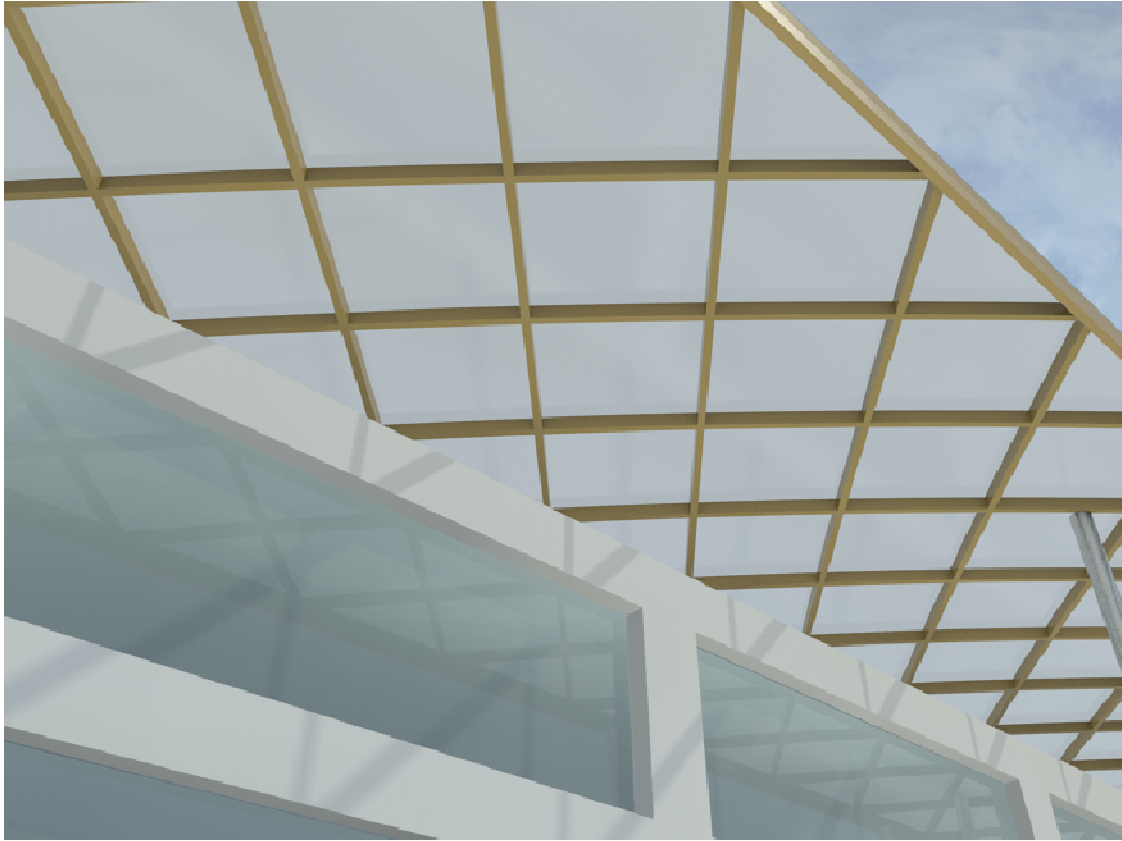


Fig.77 – Vista copertura

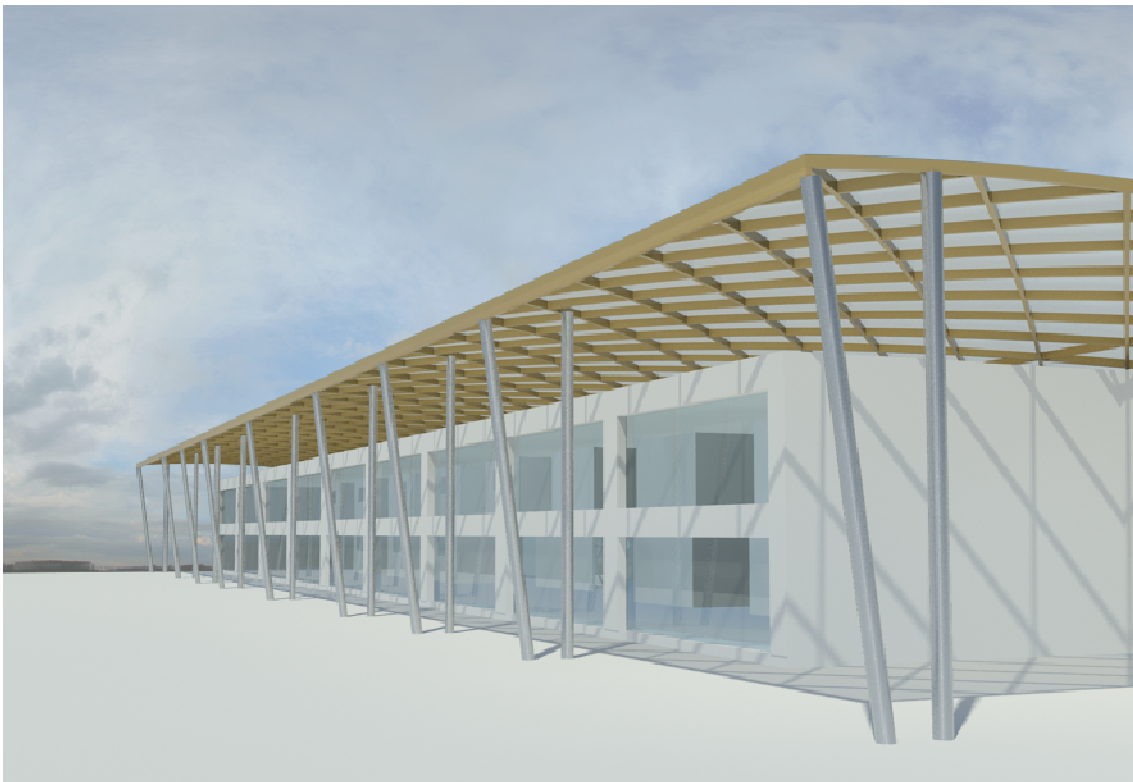


Fig.78 – Vista esterno

## 6.13 L'involucro

Per quanto riguarda l'involucro la struttura abbiamo optato per un sistema a secco in pannelli di legno massiccio a strati incrociati XLAM, elemento ormai consolidato nelle prassi costruttive odierne, grazie alla sua grande versatilità. Infatti dall'elemento lineare e unidirezionale quale è, l'elemento di legno nasce, attraverso l'incollaggio di diversi strati di tavole incrociati, cioè ortogonali l'uno rispetto all'altro, un materiale con l'efficacia strutturale tanto della lastra quanto della piastra, che può essere quindi sollecitato staticamente in diverse direzioni. Ciò significa che è possibile pensare per superfici, ritagliare semplicemente aperture per porte e finestre e contare su un alto grado di prefabbricazione.<sup>26</sup> Nel nostro caso abbiamo optato per le strutture verticali un pannello a tre strati di 12 cm di spessore. Mentre per le strutture orizzontali abbiamo un pannello a 5 strati di 22 cm di spessore.

Per isolare termicamente l'involucro si è scelto un cappotto esterno così da eliminare i ponti termici, affiancato da una contro parete interna con isolante acustico e lastre in gessofibra. Per le finiture interne si è scelta una pavimentazione in parquet, mentre nell'esterno abbiamo usato delle doghe in legno. Per abbattere le dispersioni termiche delle pareti vetrate, abbiamo usato degli infissi con telaio in legno con un triplo vetro camera in argon.



Fig.79 – Pannello di legno XLAM

---

<sup>26</sup> S. Weger, *L'altro massiccio, progettare e costruire con l'XLAM*, Promo-Legno, Milano 2011

## 6.14 Gli impianti

La scelta per la configurazione degli impianti è ricaduta su una pompa di calore a compressione di vapore (acqua – acqua), che lavora con un sistema di produzione combinato per il riscaldamento e l'ACS. La pompa di calore è una macchina che genera energia attraverso un ciclo termico di quattro fasi, compressione, condensazione, espansione, evaporazione. Mediante questo ciclo preleva energia da una sorgente esterna, producendo una quantità di energia superiore a quella fornita per il proprio funzionamento. Nel nostro caso la sorgente fredda è l'acqua, da cui preleva energia mediante una sonda geotermica.

Come terminali di diffusione si sono scelti pannelli radianti a pavimento in tutte le zone dell'edificio.

Si è prevista inoltre l'installazione di pannelli fotovoltaici policristallini montati in copertura, per ridurre i consumi della pompa di calore.

- 619 mq di PV generano un potenza di picco di 145,47 kW

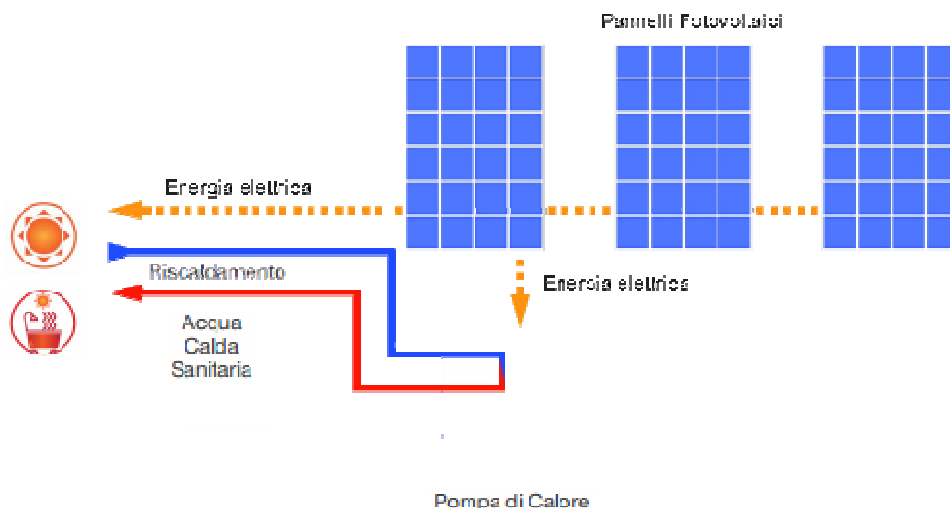
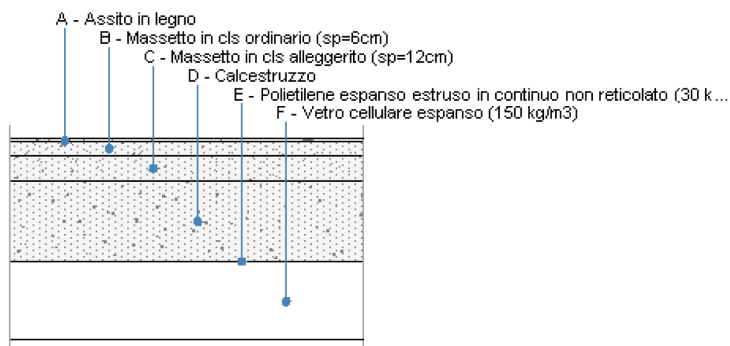


Fig.80 – Schema funzionamento impianto



## Chiusura orizzontale interna



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: pavimento

Note:

Tipologia:	Pavimento	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Terreno	Spessore:	760,2 mm
Trasmittanza U:	0,156 W/(m²K)	Resistenza R:	6,409 (m²K)/W
Massa superf.:	636 Kg/m²	Colore:	Chiaro
Area:	- m²		

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m²K)/W]	Densità ρ [Kg/m³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ <sub>a</sub> [-]	Fattore μ <sub>u</sub> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Assito in legno	10,0	0,150	0,067	550	1,60	44,4	44,4
B	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	50,0	1,060	0,047	1.700	1,00	3,3	3,3
C	Massetto in cls alleggerito (sp=12cm)	100,0	0,580	0,172	1.400	1,00	3,3	3,3
D	Calcestruzzo	300,0	0,330	0,909	1.200	1,00	3,3	3,3
E	Polietilene espanso estruso in continuo non reticolato (30 kg/m³)	0,2	0,050	0,004	30	2,10	213,2	133,3
F	Vetro cellulare espanso (150 kg/m³)	300,0	0,060	5,000	150	0,84	200,00 0,0	200,00 0,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	760,2		6,409				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)  
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W  
Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Rimini	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,156 W/(m² K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	0,330 W/(m² K)

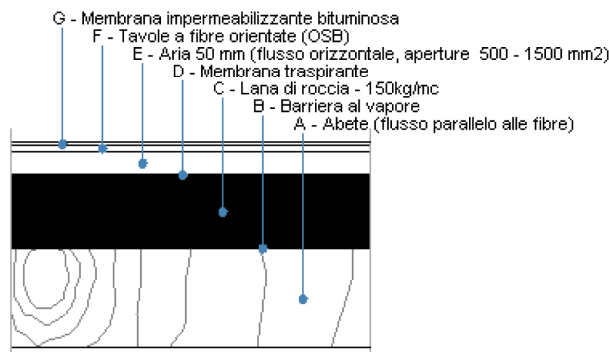
Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Emilia Romagna DGLS 192/311

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

Fig.81 – Stratigrafia chiusura orizzontale interna

## Il paesaggio dell'apprendimento

### Chiusura orizzontale superiore



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

#### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: Copertura

Note:

Tipologia:	Copertura	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Esterno	Spessore:	452,0 mm
Trasmittanza U:	0,156 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	6,423 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	140 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

#### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ<sub>a</sub></i> [-]	Fattore <i>μ<sub>i</sub></i> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Abete (flusso parallelo alle fibre)	220,0	0,120	1,833	450	1,38	666,7	222,2
B	Barriera al vapore	1,0	0,400	0,003	360	1,50	20.000,0	20.000,0
C	Lana di roccia - 150kg/mc	160,0	0,038	4,211	150	1,03	1,0	1,0
D	Membrana traspirante	1,0	0,400	0,003	620	1,50	100,0	100,0
E	Aria 50 mm (flusso orizzontale, aperture 500 - 1500 mm2)	50,0	0,560	0,089	1	1,00	1,0	1,0
F	Tavole a fibre orientate (OSB)	15,0	0,130	0,115	650	1,70	50,0	30,0
G	Membrana impermeabilizzante bituminosa	5,0	0,170	0,029	1.200	1,00	0,0	999,99
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	452,0		6,423				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

#### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

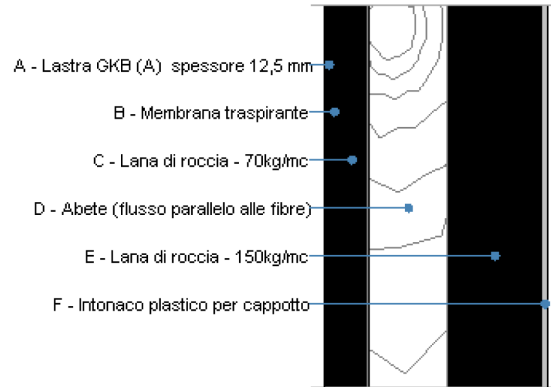
Comune:	Rimini	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,156 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	0,300 W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Emilia Romagna DGLS 192/311

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

Fig.82 – Stratigrafia chiusura orizzontale superiore

Chiusura opaca verticale esterna



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

**DATI DELLA STRUTTURA OPACA**

Nome: Parete esterna

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	335,5 mm
Trasmittanza U:	0,157 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	6,383 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	90 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

**STRATIGRAFIA**

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ<sub>a</sub></i> [-]	Fattore <i>μ<sub>u</sub></i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	760	0,20	10,0	10,0
B	Membrana traspirante	3,0	0,400	0,008	620	1,50	100,0	100,0
C	Lana di roccia - 70kg/mc	50,0	0,035	1,429	70	1,03	1,0	1,0
D	Abete (flusso parallelo alle fibre)	120,0	0,120	1,000	450	1,38	666,7	222,2
E	Lana di roccia - 150kg/mc	140,0	0,038	3,684	150	1,03	1,0	1,0
F	Intonaco plastico per cappotto	10,0	0,330	0,030	1.300	0,84	32,0	32,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	335,5		6,383				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

**VERIFICA DI TRASMITTANZA**

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

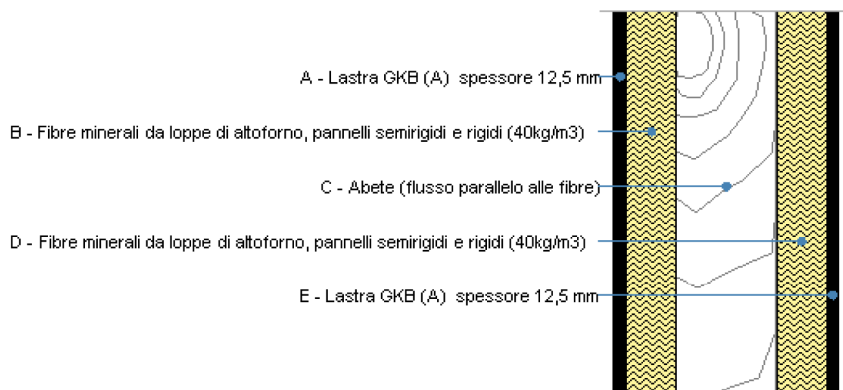
Comune:	Rimini	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,157 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	0,340 W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Emilia Romagna DGLS 192/311

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

Fig.83 – Stratigrafia chiusura verticale esterna

Partizione verticale interna



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: parete portante interna

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Locale interno alla zona	Spessore:	225,0 mm
Trasmittanza U:	0,336 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	2,980 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	68 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ<sub>a</sub></i> [-]	Fattore <i>μ<sub>u</sub></i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	760	0,20	10,0	10,0
B	Fibre minerali da loppe di altoforno, pannelli semirigidi e rigidi (40kg/m <sup>3</sup> )	50,0	0,054	0,926	40	0,67	1,3	1,3
C	Abete (flusso parallelo alle fibre)	100,0	0,120	0,833	450	1,38	666,7	222,2
D	Fibre minerali da loppe di altoforno, pannelli semirigidi e rigidi (40kg/m <sup>3</sup> )	50,0	0,054	0,926	40	0,67	1,3	1,3
E	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	760	0,20	10,0	10,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	225,0		2,980				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)  
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W  
Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

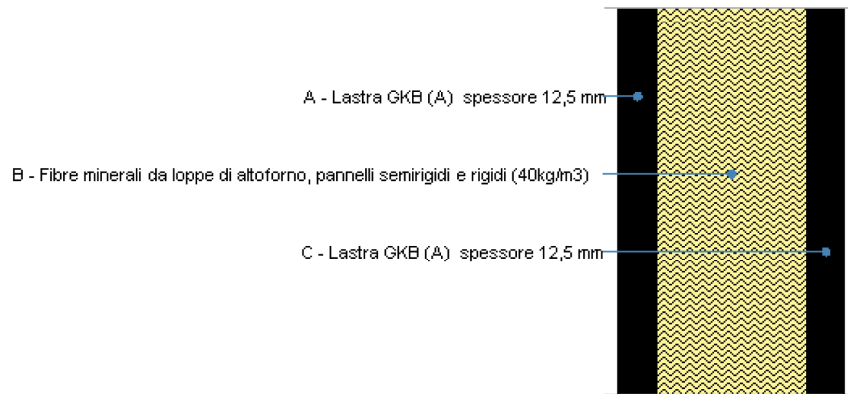
Comune:	Rimini	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,336 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	- W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Emilia Romagna DGLS 192/311

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -

Fig.84 – Stratigrafia chiusura verticale interna

Partizione verticale interna 2



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: parete non portante interna

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Locale interno alla zona	Spessore:	75,0 mm
Trasmittanza U:	0,819 W/(m²K)	Resistenza R:	1,221 (m²K)/W
Massa superf.:	21 Kg/m²	Colore:	Chiaro
Area:	- m²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m²K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ<sub>a</sub></i> [-]	Fattore <i>μ<sub>u</sub></i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	760	0,20	10,0	10,0
B	Fibre minerali da loppe di altoforno, pannelli semirigidi e rigidi (40kg/m³)	50,0	0,054	0,926	40	0,67	1,3	1,3
C	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	760	0,20	10,0	10,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	75,0		1,221				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)  
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W  
Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Rimini	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,819 W/(m² K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	- W/(m² K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Emilia Romagna DGLS 192/311

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -

Fig.85 – Stratigrafia chiusura verticale interna 2

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA		
INDICE	VALORE	kWh/m³anno
Totale ( $EP_{inv} + EP_{est} + EP_{acs} + EP_{ill}$ )	$EP_{tot}$	6,03
Climatizzazione invernale	$EP_{inv}$	6,01
Produzione acqua calda sanitaria	$EP_{acs}$	0,02
Climatizzazione estiva (non calcolato)	$EP_{est}$	-

Fig.86 – Indici di prestazione energetica

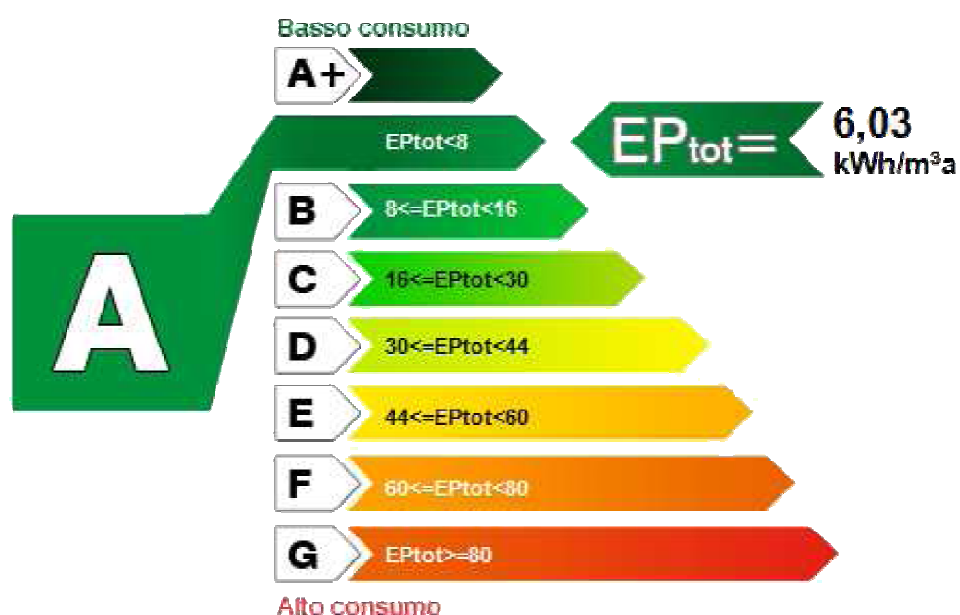


Fig.87 – Attestato di prestazione energetica

## Bibliografia

- A.A.VV, *Lo spazio che educa. Il centro educativo italo svizzero di Rimini*, Marsilio, 2012
- *Abitare*, n. 490, 115-117, 2009
- *Abitare*, n.513, 72-85, 2011
- *Abitare*, n. 529, 56-61, febbraio 2013
- *Abitare*, n. 535, 10, settembre 2013
- *Arca*, n. 243, 101, 2009
- Antonini E., Boeri A., *Progettare scuole sostenibili*, Edicom Edizioni, 2011
- Casabella 750/751, Claudia Baglione, *Pedagogia dello spazio*, pag. 56
- Casabella 750/751, Claudia Baglione, *Learning Landscape*, pag. 61
- Castelli L., *Architettura sostenibile*, UTET: scienze e tecniche, Torino 2008
- *Costruire in laterizio*, n. 142, 42-69
- *Costruire in laterizio*, n. 144, 4-8
- *Costruire in laterizio*, n. 151, 70-73
- *Costruire in laterizio*, n. 155, 70-73
- *Domus*, n. 977, 6-9, febbraio 2014
- Dudek M., *Schools and Kindertgartens – A design manual*, Basel: Birkhauser, 2007
- Hertzberger H., *Lezioni di architettura. Guida per progettare*, Laterza, 1996
- Kant I., *Critica della ragion pura*, Laterza, Roma-Bari, 2000

- Kasvio M., *The Best School in the World*, Museum of Finnish Architecture, 2011
- Lantschner N., *La mia Casa Clima. Progettare, costruire e abitare nel segno della sostenibilità*, Raetia, Bolzano 2009
- Maffei A., *Toyo Ito. Le opere i progetti gli scritti*, Electa, Milano 2001
- Martino S., *La Scuola Montessori nei primi progetti di Herman Hertzberger: i temi chiave dello spazio per l'apprendimento*, Urbino, 2014
- McQuaid M., *Shigeru Ban*, Phaidon, Londra 2003
- Pezzetti L., *Architetture per la scuola. Impianto, forma, idea*, Clean edizioni, 2012
- Piazza M., Del Senno M., Bernasconi A., *Il legno e il fuoco, nozioni di base e introduzione al calcolo*, Promo-Legno, Milano 2011
- Schickhofer G., Bernasconi A., *Pannelli di legno, prestazioni misure, impieghi nell'edilizia*, Promo-Legno, Milano 2011
- Techne, n. 5, 156-161, 2013
- Weger S., *L'altro massiccio, progettare e costruire con l'XLAM*, Promo-Legno, Milano 2011



## Riferimenti normativi

- D.M. 18/12/1975 “Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”
- Indici di caratterizzazione e funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica.
- Decreto Ministeriale 26 agosto 1992
- Norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica.
- Legge 11 gennaio 1996, N. 23
- Norme per l’edilizia scolastica per l’adeguamento all’evoluzione delle dinamiche formative, culturali, economiche e sociali
- Decreto Ministeriale 29 settembre 1998, n. 382
- Nuove linee guida del MIUR, 2013
- Regolamento e norme per particolari esigenze negli istituti di istruzione

## Sitografia

- <http://www.legambiente.it/>
- <http://www.casaclima.com/>
- <http://www.indire.it/>
- <http://www.ediliziaeterritorio.ilsole24ore.com/>
- <http://www.regione.emilia-romagna.it/>
- <http://finland.fi/>
- <http://it.wikipedia.org/wiki/>
- <http://www.istat.it/it/>
- <http://www.enea.it/it/>
- <http://europaconcorsi.com/>
- <http://www.comune.rimini.it/>
- <http://www.edscuola.it/>
- <http://www.gazzettaufficiale.it/>
- <http://www.istruzione.it/>
- <http://www.labsus.org/>
- <http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/>

Allegati



## Relazione tecnica



# RELAZIONE TECNICA

attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia  
di contenimento del consumo energetico degli edifici

, Rimini - RN

Committente:

Progettista:

La presente relazione tecnica è redatta con riferimento a: D.P.R. n°412 del 26 agosto 1993, D.P.R. n°55 1 del dicembre 1999, Decreto Legislativo n°192 del 19 agosto 2005, Decreto Legislativo n°311 del 29 dicembre 2006, Delibera Assemblea Legislativa n. 156 del 4 marzo 2008, Deliberazione Giunta Regionale Emilia Romagna n. 1366 del 26 settembre 2011, UNI TS 11300 parti 1, 2 e 4.

## 1. INFORMAZIONI GENERALI

Progetto per la realizzazione di nel comune di Rimini (RN)

sito in

Dati catastali	
Unità immobiliare 1	Foglio: Particella: Subalterno:

Tipologia di intervento: Edifici di nuova costruzione

Tipologia costruttiva:

Configurazione dell'edificio: Singola unità centralizzata

Numero delle unità presenti: 1

Classificazione dell'edificio o del complesso di edifici (Art. 3 del DPR 412/93): E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Gli interventi in oggetto sono riferiti alla concessione edilizia n. del 15/12/2014 a seguito di denuncia di inizio attività o permesso di costruire n. , presentata in data 15/12/2014

Proprietario 1:

Proprietario 2:

*Progettista architettonico:*

*Progettista degli impianti termici:*

*Direttore dei lavori per l'isolamento dell'edificio:*

*Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici:*

[ ] L'edificio rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai fini dell'articolo 5, comma 15, del DPR n. 412/93 (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'articolo 5, comma 4, lettera c) della legge regionale n°26/04.

## 2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti:

- [ ] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali
- [ ] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi di protezione solare
- [ ] Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

### 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Comune: Rimini (RN) Gradi giorno determinati in base al DPR 412/93: 2139  
Zona climatica: E Altitudine: 5 m  
Latitudine: 44°3' Longitudine: 12°34'  
Temperatura invernale minima di progetto dell'aria esterna: -5,0 °C  
*La temperatura minima dell'aria esterna è determinata in base alla UNI 5364:1976.*  
Temperatura massima estiva di progetto: 30,0 °C  
Escursione termica nel giorno più caldo dell'anno: 10,0 °C  
Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: 297,45 W/m²  
Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva: 66,6 %

### 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE

	S m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	S/V m <sup>-1</sup>	S <sub>u</sub> m <sup>2</sup>
Unità immobiliare 1	6.890,3	16.693,7	0,41	4.608,48

S superficie esterna che delimita il volume a temperatura controllata o climatizzato  
V volume delle parti di edificio a temperatura controllata o climatizzate al lordo delle strutture che lo delimitano  
S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio  
S<sub>u</sub> superficie utile dell'edificio

	Zona	T <sub>inv</sub> °C	φ <sub>inv</sub> %	T <sub>est</sub> °C	φ <sub>est</sub> %
Unità immobiliare 1	scuola	20,0	50	26,0	50

T<sub>inv</sub> valore di progetto della temperatura interna per la climatizzazione invernale o il riscaldamento  
φ<sub>inv</sub> valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale  
T<sub>est</sub> valore di progetto della temperatura interna per la climatizzazione estiva o il raffrescamento  
φ<sub>est</sub> valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione estiva



## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 IMPIANTI TERMICI

Unità immobiliare 1

#### a) Descrizione impianto

Tipologia:

Sistemi di generazione:

Sistemi di termoregolazione:

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica:

Sistemi di distribuzione del vettore termico:

Sistemi di ventilazione forzata:

Sistemi di accumulo termico:

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria:

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria:

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore:

#### b) Specifiche dei generatori di energia

**Generatore:** RIELLO - RSA-EF-2C 0202H-1P

Categoria: Pompa di calore a compressione di vapore

Pompa di calore per riscaldamento e raffreddamento

Modello e marca: RIELLO RSA-EF-2C 0202H-1P

Sorgente fredda: Aria esterna

Pozzo caldo: Acqua

Funzionamento pompa: On Off

Temperatura limite di funzionamento: -5,0

Temperatura di cut-off: -5,0

Carico minimo di modulazione: 0,50

Combustibile: Energia elettrica (Emilia Romagna)

Utilizzo: Riscaldamento ed acqua calda sanitaria

#### POTENZE E PRESTAZIONI

COP o GUE	Temper. pozzo caldo [°C]							
Temperatura pozzo freddo [°C]	30,00	35,00	40,00	45,00	«TPozC5»	«TPozC6»	-	-
-5,0	3,080	2,860	2,560	2,570			-	-
0,0	3,460	3,290	2,875	2,250			-	-
5,0	4,000	3,710	3,250	2,000			-	-
7,0	4,150	3,860	3,375	2,000			-	-

10,0	4,540	3,930	3,690	1,800			-	-
15,0	5,150	4,470	3,880	1,730			-	-

Potenza [kW]	Temper. pozzo caldo [°C]							
Temperatura pozzo freddo [°C]	30,00	35,00	40,00	45,00	«PozC5»	«PozC6»	-	-
-5,0	40,000	40,000	41,000	18,000			-	-
0,0	45,000	46,000	46,000	18,000			-	-
5,0	52,000	52,000	52,000	18,000			-	-
7,0	54,000	54,000	54,000	18,000			-	-
10,0	59,000	59,000	59,000	18,000			-	-
15,0	67,000	67,000	66,000	19,000			-	-

VALORI MINIMI
Valore minimo di legge del rendimento utile a carico nominale in energia primaria: - %
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria: 2,174

**Generatore:** RIELLO - RSA-EF-2C 0202H-1P

Categoria: Pompa di calore a compressione di vapore

Pompa di calor per riscaldamento e raffreddamento

Modello e marca: RIELLO RSA-EF-2C 0202H-1P

Sorgente fredda: Aria esterna

Pozzo caldo: Acqua

Funzionamento pompa: On Off

Temperatura limite di funzionamento: -5,0

Temperatura di cut-off: -5,0

Carico minimo di modulazione: 0,50

Combustibile: Energia elettrica (Emilia Romagna)

Utilizzo: Riscaldamento ed acqua calda sanitaria

POTENZE E PRESTAZIONI								
COP o GUE	Temper. pozzo caldo [°C]							
Temperatura pozzo freddo [°C]	30,00	35,00	40,00	45,00	«TPozC5»	«TPozC6»	-	-
-5,0	3,080	2,860	2,560	2,570			-	-
0,0	3,460	3,290	2,875	2,250			-	-
5,0	4,000	3,710	3,250	2,000			-	-
7,0	4,150	3,860	3,375	2,000			-	-
10,0	4,540	3,930	3,690	1,800			-	-
15,0	5,150	4,470	3,880	1,730			-	-

Potenza [kW]	Temper. pozzo caldo [°C]							
Temperatura pozzo freddo [°C]	30,00	35,00	40,00	45,00	«PozC5»	«PozC6»	-	-
-5,0	40,000	40,000	41,000	18,000			-	-
0,0	45,000	46,000	46,000	18,000			-	-
5,0	52,000	52,000	52,000	18,000			-	-
7,0	54,000	54,000	54,000	18,000			-	-
10,0	59,000	59,000	59,000	18,000			-	-
15,0	67,000	67,000	66,000	19,000			-	-

VALORI MINIMI
Valore minimo di legge del rendimento utile a carico nominale in energia primaria: - %
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria: 2,174

**Generatore:** RIELLO - RSA-EF-2C 0202H-1P

Categoria: Pompa di calore a compressione di vapore

Pompa di calor per riscaldamento e raffreddamento

Scuola3\_con tubi.cerx

- , ()  
Tel: Fax: EMail:

Modello e marca: RIELLO RSA-EF-2C 0202H-1P  
 Sorgente fredda: Aria esterna  
 Pozzo caldo: Acqua  
 Funzionamento pompa: On Off  
 Temperatura limite di funzionamento: -5,0  
 Temperatura di cut-off: -5,0  
 Carico minimo di modulazione: 0,50  
 Combustibile: Energia elettrica  
 Utilizzo: Riscaldamento ed acqua calda sanitaria

POTENZE E PRESTAZIONI								
COP o GUE	Temper. pozzo caldo [°C]							
Temperatura pozzo freddo [°C]	30,00	35,00	40,00	45,00	«TPozC5»	«TPozC6»	-	-
-5,0	3,080	2,860	2,560	2,570			-	-
0,0	3,460	3,290	2,875	2,250			-	-
5,0	4,000	3,710	3,250	2,000			-	-
7,0	4,150	3,860	3,375	2,000			-	-
10,0	4,540	3,930	3,690	1,800			-	-
15,0	5,150	4,470	3,880	1,730			-	-

Potenza [kW]	Temper. pozzo caldo [°C]							
Temperatura pozzo freddo [°C]	30,00	35,00	40,00	45,00	«PozC5»	«PozC6»	-	-
-5,0	40,000	40,000	41,000	18,000			-	-
0,0	45,000	46,000	46,000	18,000			-	-
5,0	52,000	52,000	52,000	18,000			-	-
7,0	54,000	54,000	54,000	18,000			-	-
10,0	59,000	59,000	59,000	18,000			-	-
15,0	67,000	67,000	66,000	19,000			-	-

VALORI MINIMI								
Valore minimo di legge del rendimento utile a carico nominale in energia primaria: - %								
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria: 2,174								

### c) Descrizione impianto

#### Tipo di conduzione prevista:

☐ Continua con attenuazione notturna ☒ Intermittente

#### Sistema di telegestione dell'impianto termico:

#### Sistema di regolazione climatica per generatore di calore:

Centralina di termoregolazione:

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: -

Organi di attuazione:

Potenza elettrica complessivamente assorbita: - W

#### Regolatori climatici delle singole zone o unità immobiliari:

Numero di apparecchi: -

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: -

Potenza elettrica complessivamente assorbita: - W

**Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi:**

Numero di totale di apparecchi: -

Potenza elettrica complessivamente assorbita: - W

Di seguito si riporta la tipologia di regolazione prevista per ogni zona termica del Unità immobiliare 1

Zona	Tipo regolazione	Caratteristiche	$\eta_{rg}$
scuola	Zona + climatica	On off	0,93

**d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari**

Numero di totale di apparecchi: -

Potenza elettrica complessivamente assorbita: -

**e) Terminali di erogazione dell'energia termica**

Numero di totale di apparecchi: -

Di seguito si riportano le tipologie di terminali di erogazione di calore previsti per ogni zona termica del Unità immobiliare 1

Zona	Tipologia di terminale di emissione	$W_e$	$\eta_e$	$\Phi_{e,des}$
scuola	0	0	0,99	165.547,19

**f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione**

Descrizione e caratteristiche principali:

**g) Sistemi di trattamento dell'acqua**

**h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione**

**i) Specifiche sulle pompe di circolazione**

**j) Impianti solari termici**

Non è previsto alcun impianto solare termico.

L'impianto solare termico copre il 0,0% del fabbisogno annuo di energia termica per la produzione di ACS.

### Unità immobiliare 1

E' prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica. Per maggiori dettagli relativi all'impianto solare fotovoltaico consultare la relazione in allegato.

## 6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

### a) Trasmittanza chiusure

vedi allegati alla relazione tecnica

### b) Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti

vedi allegati alla relazione tecnica

### c) Attenuazione dei ponti termici (provvedimenti e calcoli)

### d) Trasmittanza termica periodica

vedi allegati alla relazione tecnica

### e) Comportamento termico in regime estivo

vedi PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO – INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

### f) Serramenti esterni e schermature

Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio, caratteristiche del fattore solare del vetro; confronto con i valori limite: (vedi allegati alla relazione tecnica).

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni: (vedi allegati alla relazione tecnica).

Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate e confronto con i valori limite: (vedi allegati alla relazione tecnica).

### g) Controllo della condensazione

Verifica termoigrometrica: (vedi allegati alla relazione tecnica).

### h) Ventilazione

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore): (vedi allegati alla relazione tecnica).

Portata d'aria di ricambio solo nei casi di ventilazione meccanica controllata: (vedi allegati alla relazione tecnica).

Portata d'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero termico o entalpico: (vedi allegati alla relazione tecnica).

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero termico o entalpico: (vedi allegati alla relazione tecnica).

## Unità immobiliare 1

VERIFICA DELL'IMPIANTO TERMICO.

### a) Rendimenti dei sottosistemi dell'impianto termico

Rendimento di emissione $\eta_{ge}$ :	98,9 %
Rendimento di regolazione $\eta_{grg}$ :	93,0 %
Rendimento di distribuzione $\eta_{gd}$ :	99,0 %
Rendimento di accumulo $\eta_{gs}$ :	100,0 %
Rendimento di produzione $\eta_{ggp}$ :	156,8 %

### b) Rendimento medio globale stagionale

Rendimento medio globale stagionale $\eta_g$ :	235,2 %
Rendimento medio globale stagionale minima $\eta_{g,min}$ :	84,0 %

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

### a) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Valore di progetto invernale $EP_i$ :	6,01 kWh/m <sup>3</sup> anno
Valore limite invernale $EP_{ilimite}$ :	13,72 kWh/m <sup>3</sup> anno

### Fabbisogni di combustibile

Vettore energetico	Energia fornita	Fattore di conversione	Energia richiesta	Potere calorifico	Fabbisogno combustibile
	$Q_{del}$ [kWh]	$f_{p,nren}$ [-]	$Q_{p,nren}$ [kWh]	P.C.I.	
Gas naturale	0,00	1,00	0,00	9,94 kWh/m <sup>3</sup>	0,00 m <sup>3</sup>
Gasolio	0,00	1,00	0,00	11,87 kWh/kg	0,00 kg
GPL	0,00	1,00	0,00	12,81 kWh/kg	0,00 kg
Olio combustibile	0,00	1,00	0,00	11,41 kWh/kg	0,00 kg
Biomasse solide, liquide o gassose	0,00	0,30	0,00	4,90 kWh/kg	0,00 kg
Energia termica da rete (teleriscaldamento)	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00

Fabbisogni di energia elettrica			
Vettore energetico	Energia fornita	Fattore di conversione	Energia primaria
	Q <sub>del</sub> [kWh <sub>e</sub> ]	f <sub>p,nren</sub> [-]	Q <sub>p,nren</sub> [kWh]
Energia elettrica da rete	46.186,61	2,17	100.409,69
Energia elettrica prodotta localmente e utilizzata	29.912,45	2,17	65.029,67
Energia elettrica prodotta localmente e reimpressa in rete	13.709,27	0,00	0,00

**b) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale**

Valore di progetto FEN: 10,12 kJ/m<sup>3</sup>GG

**c) indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria**

Valore di progetto EP<sub>acs</sub>: 0,02 kWh/m<sup>3</sup>anno

Confronto con il valore limite EP<sub>acs, lim</sub>: 0,00 kWh/m<sup>3</sup>anno

Fabbisogni di combustibile					
Vettore energetico	Energia fornita	Fattore di conversione	Energia richiesta	Potere calorifico	Fabbisogno combustibile
	Q <sub>del</sub> [kWh]	f <sub>p,nren</sub> [-]	Q <sub>p,nren</sub> [kWh]	P.C.I.	
Gas naturale	0,00	1,00	0,00	9,94 kWh/m <sup>3</sup>	0,00 m <sup>3</sup>
Gasolio	0,00	1,00	0,00	11,87 kWh/kg	0,00 kg
GPL	0,00	1,00	0,00	12,81 kWh/kg	0,00 kg
Olio combustibile	0,00	1,00	0,00	11,41 kWh/kg	0,00 kg
Biomasse solide, liquide o gassose	0,00	0,30	0,00	4,90 kWh/kg	0,00 kg
Energia termica da rete (teleriscaldamento)	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00

Fabbisogni di energia elettrica			
Vettore energetico	Energia fornita	Fattore di conversione	Energia primaria
	Q <sub>del</sub> [kWh <sub>e</sub> ]	f <sub>p,nren</sub> [-]	Q <sub>p,nren</sub> [kWh]
Energia elettrica da rete	131,44	2,17	285,75
Energia elettrica prodotta localmente e utilizzata	215,66	2,17	468,84
Energia elettrica prodotta localmente e reimpressa in rete	78.522,27	0,00	0,00

**d) comportamento termico in regime estivo**

Indice di prestazione energetica dell'involucro edilizio per il raffrescamento EP<sub>e,inv</sub>: 5,57 kWh/m<sup>2</sup>anno

Valore limite estivo EP<sub>e,inv</sub> limite: 10,00 kWh/m<sup>2</sup>anno

**IMPIANTI E SISTEMI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI E ALTRI SISTEMI DI GENERAZIONE**

**a) Impianti a fonte rinnovabile per la produzione di acqua calda sanitaria**

Energia termica utile per la produzione di ACS prodotta mediante FER: 0 kWh/anno

Fabbisogno di energia primaria annua per la produzione di ACS: 286 kWh/anno

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: 82,9 %

Valore minimo di legge: 50,0 %

**b) Impianti fotovoltaici**

Potenza elettrica da FER installata (se applicabile): 145,47 kW

Energia elettrica prodotta mediante fonti rinnovabili: «EnElFoto» kWh/anno

Fabbisogno di energia elettrica dell'edificio: «EnElRichiesta» kWh/anno

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: 39,41 %

**c) Altri sistemi di generazione dell'energia (unità e impianti di micro e piccola cogenerazione e/o collegamento ad impianti consortili e/o reti di teleriscaldamento)**

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionale:

Potenza termica installata e/o energia termica fornita: kW - kWh

Potenza elettrica installata e/o energia elettrica fornita: kW - kWh

**d) Sistemi compensativi**

Descrizione dei sistemi compensativi adottati ai fini del soddisfacimento dei requisiti minimi di produzione di energia da FER (punti a e b precedenti) con riferimento al relativo atto deliberativo del Comune:

**i) Verifiche fonti rinnovabili**

Valore limite di riferimento EP<sub>corretto</sub>: -

Copertura percentuale dei consumi previsti da fonte rinnovabile: 68,05 %

Copertura percentuale minima: 35 %

Potenza installata per produzione energia elettrica da fonte rinnovabile  
Potenza minima richiesta

145,47 kW  
23,04 kW



## 7. EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

## 8. VALUTAZIONI PER L'UTILIZZO DELLE FONTI DI ENERGIA RINNOVABILE

## 9. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

0 piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.

0 prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di proiezione solare.

0 elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.

0 schemi funzionali degli impianti.

0 tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche e massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio.

0 tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria.

## 10. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto , iscritto a , n°, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dalla normativa nazionale e regionale,

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel presente provvedimento;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.
- c) il Soggetto Certificatore incaricato ai sensi della D.A.L. 156/08 e s.m.i. è:

n. accreditamento:

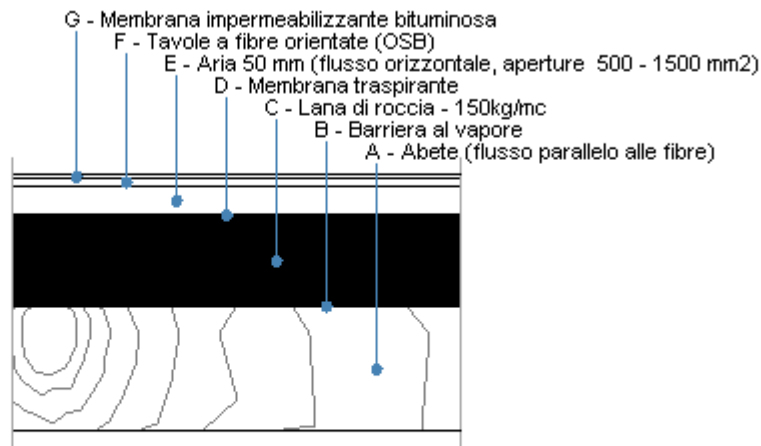
Data

Firma

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Copertura



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: Copertura

Note:

Tipologia:	Copertura	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Esterno	Spessore:	452,0 mm
Trasmittanza U:	0,156 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	6,423 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	140 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ <sub>a</sub> [-]	Fattore μ <sub>u</sub> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Abete (flusso parallelo alle fibre)	220,0	0,120	1,833	450	1,38	666,7	222,2
B	Barriera al vapore	1,0	0,400	0,003	360	1,50	20.000,0	20.000,0
C	Lana di roccia - 150kg/mc	160,0	0,038	4,211	150	1,03	1,0	1,0
D	Membrana traspirante	1,0	0,400	0,003	620	1,50	100,0	100,0
E	Aria 50 mm (flusso orizzontale, aperture 500 - 1500 mm2)	50,0	0,560	0,089	1	1,00	1,0	1,0
F	Tavole a fibre orientate (OSB)	15,0	0,130	0,115	650	1,70	50,0	30,0
G	Membrana impermeabilizzante bituminosa	5,0	0,170	0,029	1.200	1,00	0,0	999,99
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	452,0		6,423				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m<sup>2</sup>K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Rimini	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,156 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	- W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Emilia Romagna DGLS 192/311

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -

## VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

### CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Rimini	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$ :	
Classe di edificio:	Alloggi con basso indice di affollamento	Volume interno V:	- m <sup>3</sup>
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\phi_i$ %	Temperatura esterna $T_e$ °C	Umidità relativa esterna $\phi_e$ %	Ricambio d'aria $n$ 1/h
gennaio	20,0	65,0	3,1	74,7	0,5
febbraio	20,0	65,0	4,9	77,4	0,5
marzo	20,0	65,0	8,5	75,7	0,5
aprile	20,0	65,0	12,4	72,7	0,5
maggio	20,0	65,0	16,5	76,8	0,5
giugno	20,0	65,0	20,8	71,5	0,5
luglio	20,0	65,0	23,4	66,6	0,5
agosto	20,0	65,0	22,7	75,1	0,5
settembre	20,0	65,0	19,9	72,0	0,5
ottobre	20,0	65,0	15,0	85,1	0,5
novembre	20,0	65,0	9,6	82,8	0,5
dicembre	20,0	65,0	5,3	79,0	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna $\theta_i$ °C	Pressione parziale interna $p_i$ Pa	Temperatura esterna $\theta_e$ °C	Pressione parziale esterna $p_e$ Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	3,10	570,00
ESTIVA	20,00	1.869,70	23,40	1.916,00

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 780,141 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 780,141 Pa.

### VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna $P_e$ Pa	Numero di ric. d'aria $n$ 1/h	Variazione di pressione $\Delta P$ Pa	Pressione interna $P_i$ Pa	Pressione int. di satur. $P_{si}$ Pa	Temp. sup. interna $T_{si}$ °C	Fattore di res. sup. $f_{Rsi}$
ottobre	1450	-	202,5	1672,75	2090,94	18,22	0,6431

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico  $f_{Rsi}$ : 0,0000 (mese di )

Fattore di resistenza superficiale ammissibile  $f_{RsiAmm}$ : 0,9798

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE: OK

# PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	689,2	776,6	925,3	1.106,3	1.450,8	1.726,2	1.866,2	2.001,7	1.652,8	1.458,7	1.055,5	805,5
	1.694,9	1.755,0	1.880,7	2.025,8	2.188,8	2.372,0	2.489,2	2.457,1	2.332,6	2.127,9	1.920,7	1.768,6
A-B	576,0	675,4	844,3	1.050,0	1.441,5	1.754,5	1.913,5	2.067,5	1.671,0	1.450,4	992,3	708,2
	1.694,2	1.754,3	1.880,2	2.025,4	2.188,6	2.372,1	2.489,4	2.457,3	2.332,6	2.127,6	1.920,2	1.767,9
B-C	575,1	674,6	843,6	1.049,5	1.441,4	1.754,7	1.913,9	2.068,0	1.671,2	1.450,4	991,8	707,4
	803,0	905,9	1.147,1	1.470,5	1.894,2	2.450,0	2.851,2	2.737,9	2.323,1	1.728,2	1.231,2	930,3
C-D	574,5	674,0	843,2	1.049,3	1.441,4	1.754,9	1.914,1	2.068,4	1.671,3	1.450,3	991,5	706,9
	802,7	905,6	1.146,7	1.470,2	1.894,0	2.450,1	2.851,4	2.738,1	2.323,1	1.728,0	1.230,9	929,9
D-E	574,2	673,8	843,0	1.049,1	1.441,3	1.754,9	1.914,2	2.068,5	1.671,3	1.450,3	991,4	706,6
	789,5	892,4	1.134,4	1.460,0	1.888,2	2.451,7	2.859,5	2.744,3	2.322,9	1.720,3	1.219,0	916,9
E-F	570,0	670,0	840,0	1.047,0	1.441,0	1.756,0	1.916,0	2.071,0	1.672,0	1.450,0	989,0	703,0
	772,7	875,7	1.118,7	1.447,0	1.880,7	2.453,9	2.870,1	2.752,4	2.322,7	1.710,3	1.203,9	900,2
F-G	570,0	670,0	840,0	1.047,0	1.441,0	1.756,0	1.916,0	2.071,0	1.672,0	1.450,0	989,0	703,0
	768,5	871,5	1.114,7	1.443,7	1.878,7	2.454,5	2.872,8	2.754,5	2.322,6	1.707,8	1.200,0	896,0
G-Add	570,0	670,0	840,0	1.047,0	1.441,0	1.756,0	1.916,0	2.071,0	1.672,0	1.450,0	989,0	703,0
	762,8	865,8	1.109,3	1.439,2	1.876,1	2.455,2	2.876,5	2.757,3	2.322,5	1.704,4	1.194,8	890,3

# TEMPERATURE

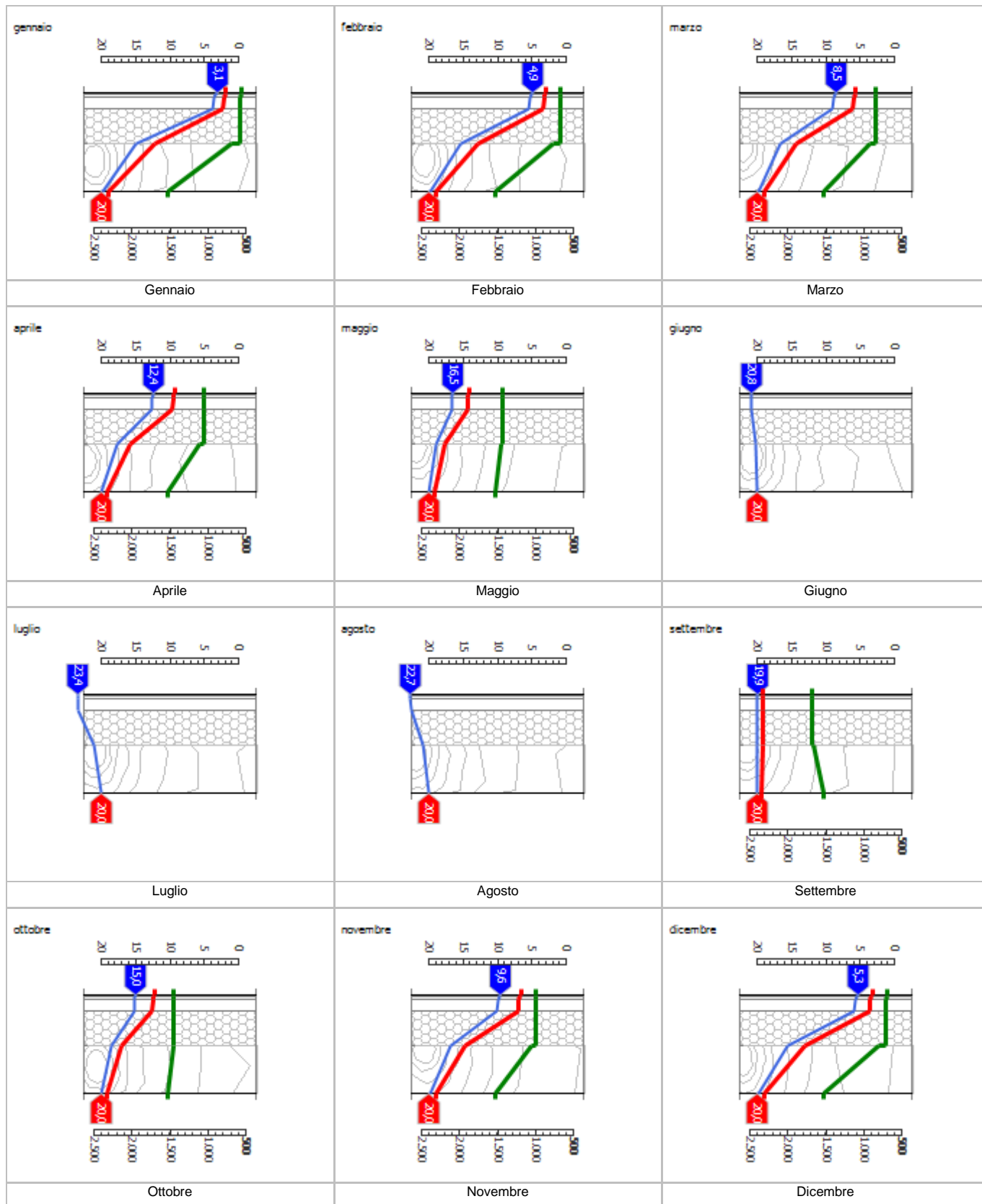
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,7	19,8	19,8	19,9	19,9	20,0	20,1	20,0	20,0	19,9	19,8	19,8
A-B	14,9	15,5	16,5	17,7	18,9	20,2	21,0	20,8	20,0	18,5	16,9	15,6
B-C	14,9	15,4	16,5	17,7	18,9	20,2	21,0	20,8	20,0	18,5	16,9	15,6
C-D	3,8	5,6	9,0	12,7	16,7	20,8	23,3	22,6	19,9	15,2	10,0	5,9
D-E	3,8	5,5	9,0	12,7	16,6	20,8	23,3	22,6	19,9	15,2	10,0	5,9
E-F	3,6	5,3	8,8	12,6	16,6	20,8	23,3	22,6	19,9	15,1	9,9	5,7
F-G	3,3	5,1	8,6	12,5	16,5	20,8	23,4	22,7	19,9	15,1	9,7	5,5
G-Add	3,2	5,0	8,6	12,4	16,5	20,8	23,4	22,7	19,9	15,0	9,7	5,4
Add-Esterno	3,1	4,9	8,5	12,4	16,5	20,8	23,4	22,7	19,9	15,0	9,6	5,3

# VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]												

Verifica di condensa interstiziale:  
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G<sub>c</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m<sup>2</sup> nell'interfaccia -  
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G<sub>c,max</sub>: 0,5000 kg/m<sup>2</sup>  
Quantità di vapore residuo M<sub>a</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m<sup>2</sup> nell'interfaccia -  
ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

# DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



## LEGENDA

	Temperatura [°C]		Pressione del vapore [Pa]		Press. di saturazione [Pa]
--	------------------	--	---------------------------	--	----------------------------

## VERIFICA DI MASSA E INERZIA TERMICA

Il comportamento termico dinamico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13786.

Verifica di massa:

Massa della struttura per metro quadrato di superficie: 140 kg/m<sup>2</sup>

Valore minimo di massa superficiale: 230 kg/m<sup>2</sup>

ESITO VERIFICA DI MASSA: OK

Riferimento normativo: con riferimento ai limiti contenuti nell'allegato 3 all'Atto di indirizzo regione Emilia Romagna n°156 del 4 marzo 2008.

### CONDIZIONI AL CONTORNO

Comune:	Rimini	Colorazione:	Chiaro
Orientamento:	S	Mese massima insolazione:	luglio
Temp. media mese massima insolaz.:	23,4 °C	Temperatura massima estiva:	30,0 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno:	10,0 °C	Irradian. mensile massima piano orizz.:	297,45 W/m <sup>2</sup>

### INERZIA TERMICA

Tempo sfasamento dell'onda termica:	-	Fattore di attenuazione:	-
Capacità termica interna C1:	- kJ/(m <sup>2</sup> /K)	Capacità termica esterna C2:	- kJ/(m <sup>2</sup> /K)
Ammettenza interna oraria:	- W/(m <sup>2</sup> /K)	Ammettenza interna in modulo:	- W/(m <sup>2</sup> /K)
Ammettenza esterna oraria:	- W/(m <sup>2</sup> /K)	Ammettenza esterna in modulo:	- W/(m <sup>2</sup> /K)
Trasmittanza termica periodica Y:	- W/(m <sup>2</sup> K)	Classificazione struttura da normativa:	
Trasmitt. termica periodica limite Ylim:	0,200 W/(m <sup>2</sup> K)		

ESITO VERIFICA DI INERZIA: -

Ora	Temperatura esterna nel giorno più caldo T <sub>e</sub> °C	Irradiazione solare nel giorno più caldo dell'anno I <sub>e</sub> W/m <sup>2</sup>	Temp. superficiale esterna nel giorno più caldo T <sub>e,sup</sub> °C	Temperatura interna nel giorno più caldo T <sub>i</sub> °C
1:00	0,00	0,00	0,00	0,00
2:00	0,00	0,00	0,00	0,00
3:00	0,00	0,00	0,00	0,00
4:00	0,00	0,00	0,00	0,00
5:00	0,00	0,00	0,00	0,00
6:00	0,00	0,00	0,00	0,00
7:00	0,00	0,00	0,00	0,00
8:00	0,00	0,00	0,00	0,00
9:00	0,00	0,00	0,00	0,00
10:00	0,00	0,00	0,00	0,00
11:00	0,00	0,00	0,00	0,00
12:00	0,00	0,00	0,00	0,00
13:00	0,00	0,00	0,00	0,00
14:00	0,00	0,00	0,00	0,00
15:00	0,00	0,00	0,00	0,00
16:00	0,00	0,00	0,00	0,00
17:00	0,00	0,00	0,00	0,00
18:00	0,00	0,00	0,00	0,00
19:00	0,00	0,00	0,00	0,00
20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
00:00	0,00	0,00	0,00	0,00

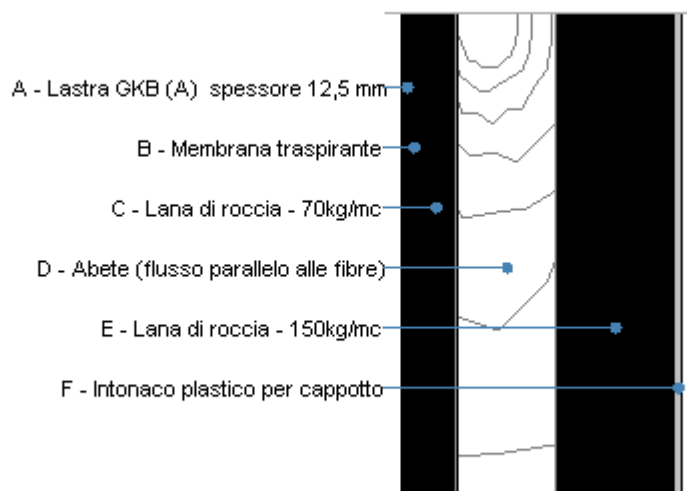
## DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

Immagine non disponibile

### LEGENDA

 Temperatura esterna [°C]  Temp. sup. esterna [°C]  Temperatura interna [°C]

## Parete esterna



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: Parete esterna

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	335,5 mm
Trasmittanza U:	0,157 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	6,383 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	90 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ <sub>a</sub> [-]	Fattore μ <sub>u</sub> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	760	0,20	10,0	10,0
B	Membrana traspirante	3,0	0,400	0,008	620	1,50	100,0	100,0
C	Lana di roccia - 70kg/mc	50,0	0,035	1,429	70	1,03	1,0	1,0
D	Abete (flusso parallelo alle fibre)	120,0	0,120	1,000	450	1,38	666,7	222,2
E	Lana di roccia - 150kg/mc	140,0	0,038	3,684	150	1,03	1,0	1,0
F	Intonaco plastico per cappotto	10,0	0,330	0,030	1.300	0,84	32,0	32,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	335,5		6,383				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Rimini	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,157 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	- W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Emilia Romagna DGLS 192/311

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -



## VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

### CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Rimini	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$ :	
Classe di edificio:	Alloggi con basso indice di affollamento	Volume interno V:	- m <sup>3</sup>
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\phi_i$ %	Temperatura esterna $T_e$ °C	Umidità relativa esterna $\phi_e$ %	Ricambio d'aria $n$ 1/h
gennaio	20,0	65,0	3,1	74,7	0,5
febbraio	20,0	65,0	4,9	77,4	0,5
marzo	20,0	65,0	8,5	75,7	0,5
aprile	20,0	65,0	12,4	72,7	0,5
maggio	20,0	65,0	16,5	76,8	0,5
giugno	20,0	65,0	20,8	71,5	0,5
luglio	20,0	65,0	23,4	66,6	0,5
agosto	20,0	65,0	22,7	75,1	0,5
settembre	20,0	65,0	19,9	72,0	0,5
ottobre	20,0	65,0	15,0	85,1	0,5
novembre	20,0	65,0	9,6	82,8	0,5
dicembre	20,0	65,0	5,3	79,0	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna $\theta_i$ °C	Pressione parziale interna $p_i$ Pa	Temperatura esterna $\theta_e$ °C	Pressione parziale esterna $p_e$ Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	3,10	570,00
ESTIVA	20,00	1.869,70	23,40	1.916,00

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 768,591 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 768,591 Pa.

## VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna $P_e$ Pa	Numero di ric. d'aria $n$ 1/h	Variazione di pressione $\Delta P$ Pa	Pressione interna $P_i$ Pa	Pressione int. di satur. $P_{si}$ Pa	Temp. sup. interna $T_{si}$ °C	Fattore di res. sup. $f_{Rsi}$
ottobre	1450	-	202,5	1672,75	2090,94	18,22	0,6431

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico  $f_{Rsi}$ : 0,0000 (mese di )

Fattore di resistenza superficiale ammissibile  $f_{RsiAmm}$ : 0,9796

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE: OK

## PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.517,6	1.517,7	1.518,0	1.518,3	1.518,9	1.519,4	1.519,6	1.519,9	1.519,3	1.518,9	1.518,2	1.517,8
	2.264,2	2.271,9	2.287,2	2.304,0	2.321,7	2.340,4	2.351,8	2.348,8	2.336,5	2.315,2	2.292,0	2.273,6
A-B	1.514,0	1.514,6	1.515,5	1.516,5	1.518,6	1.520,3	1.521,1	1.521,9	1.519,8	1.518,7	1.516,2	1.514,7
	2.261,4	2.269,4	2.285,3	2.302,7	2.321,1	2.340,6	2.352,4	2.349,2	2.336,5	2.314,4	2.290,2	2.271,1
B-C	1.513,4	1.514,0	1.515,0	1.516,2	1.518,6	1.520,4	1.521,3	1.522,3	1.519,9	1.518,6	1.515,9	1.514,2
	1.781,4	1.834,5	1.944,7	2.070,7	2.210,9	2.366,6	2.465,4	2.438,5	2.333,3	2.158,7	1.979,6	1.846,4
C-D	575,4	674,8	843,9	1.049,7	1.441,4	1.754,7	1.913,7	2.067,9	1.671,1	1.450,4	992,0	707,6
	1.500,9	1.575,2	1.733,6	1.920,8	2.136,4	2.385,0	2.547,3	2.502,7	2.331,0	2.055,2	1.784,7	1.592,2
D-E	573,8	673,4	842,7	1.048,9	1.441,3	1.755,1	1.914,4	2.068,8	1.671,4	1.450,3	991,1	706,2
	772,9	875,9	1.118,8	1.447,1	1.880,7	2.453,9	2.870,0	2.752,3	2.322,7	1.710,5	1.204,0	900,4
E-F	570,0	670,0	840,0	1.047,0	1.441,0	1.756,0	1.916,0	2.071,0	1.672,0	1.450,0	989,0	703,0
	768,5	871,5	1.114,7	1.443,7	1.878,8	2.454,5	2.872,8	2.754,4	2.322,6	1.707,8	1.200,0	896,0
F-Add	570,0	670,0	840,0	1.047,0	1.441,0	1.756,0	1.916,0	2.071,0	1.672,0	1.450,0	989,0	703,0
	762,8	865,8	1.109,3	1.439,2	1.876,1	2.455,2	2.876,5	2.757,3	2.322,5	1.704,4	1.194,8	890,3

## TEMPERATURE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,7	19,7	19,8	19,8	19,9	20,0	20,1	20,1	20,0	19,9	19,8	19,7
A-B	19,5	19,5	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,1	20,0	19,8	19,7	19,6
B-C	19,5	19,5	19,6	19,8	19,9	20,0	20,1	20,1	20,0	19,8	19,7	19,5
C-D	15,7	16,1	17,1	18,1	19,1	20,2	20,9	20,7	20,0	18,7	17,3	16,2
D-E	13,0	13,8	15,3	16,9	18,6	20,3	21,4	21,1	20,0	17,9	15,7	13,9
E-F	3,3	5,1	8,6	12,5	16,5	20,8	23,4	22,7	19,9	15,1	9,7	5,5
F-Add	3,2	5,0	8,6	12,4	16,5	20,8	23,4	22,7	19,9	15,0	9,7	5,4
Add-Esterno	3,1	4,9	8,5	12,4	16,5	20,8	23,4	22,7	19,9	15,0	9,6	5,3

## VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]												

Verifica di condensa interstiziale:

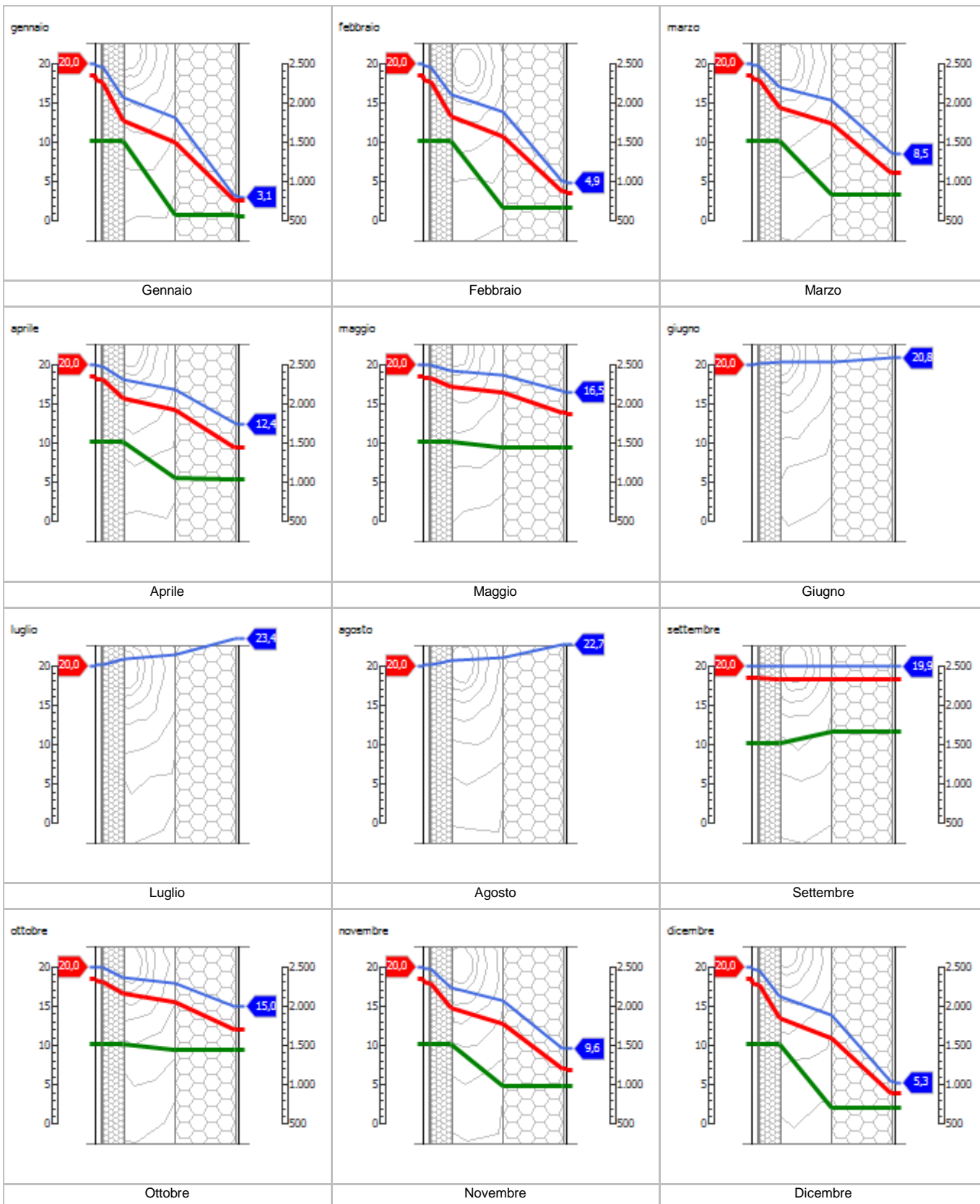
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G<sub>c</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m<sup>2</sup> nell'interfaccia -

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G<sub>c,max</sub>: 0,5000 kg/m<sup>2</sup>

Quantità di vapore residuo M<sub>a</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m<sup>2</sup> nell'interfaccia -

ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

# DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



## LEGENDA

Temperatura [°C]	Pressione del vapore [Pa]	Press. di saturazione [Pa]
------------------	---------------------------	----------------------------

## VERIFICA DI MASSA E INERZIA TERMICA

Il comportamento termico dinamico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13786.

Verifica di massa:

Massa della struttura per metro quadrato di superficie: 90 kg/m<sup>2</sup>

Valore minimo di massa superficiale: 230 kg/m<sup>2</sup>

ESITO VERIFICA DI MASSA: OK

Riferimento normativo: con riferimento ai limiti contenuti nell'allegato 3 all'Atto di indirizzo regione Emilia Romagna n°156 del 4 marzo 2008.

### CONDIZIONI AL CONTORNO

Comune:	Rimini	Colorazione:	Chiaro
Orientamento:	S	Mese massima insolazione:	luglio
Temp. media mese massima insolaz.:	23,4 °C	Temperatura massima estiva:	30,0 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno:	10,0 °C	Irradian. mensile massima piano orizz.:	297,45 W/m <sup>2</sup>

### INERZIA TERMICA

Tempo sfasamento dell'onda termica:	-	Fattore di attenuazione:	-
Capacità termica interna C1:	- kJ/(m <sup>2</sup> /K)	Capacità termica esterna C2:	- kJ/(m <sup>2</sup> /K)
Ammettenza interna oraria:	- W/(m <sup>2</sup> /K)	Ammettenza interna in modulo:	- W/(m <sup>2</sup> /K)
Ammettenza esterna oraria:	- W/(m <sup>2</sup> /K)	Ammettenza esterna in modulo:	- W/(m <sup>2</sup> /K)
Trasmittanza termica periodica Y:	- W/(m <sup>2</sup> K)	Classificazione struttura da normativa:	
Trasmitt. termica periodica limite Ylim:	0,120 W/(m <sup>2</sup> K)		

ESITO VERIFICA DI INERZIA: -

Ora	Temperatura esterna nel giorno più caldo $T_e$ °C	Irradiazione solare nel giorno più caldo dell'anno $I_e$ W/m <sup>2</sup>	Temp. superficiale esterna nel giorno più caldo $T_{e,sup}$ °C	Temperatura interna nel giorno più caldo $T_i$ °C
1:00	0,00	0,00	0,00	0,00
2:00	0,00	0,00	0,00	0,00
3:00	0,00	0,00	0,00	0,00
4:00	0,00	0,00	0,00	0,00
5:00	0,00	0,00	0,00	0,00
6:00	0,00	0,00	0,00	0,00
7:00	0,00	0,00	0,00	0,00
8:00	0,00	0,00	0,00	0,00
9:00	0,00	0,00	0,00	0,00
10:00	0,00	0,00	0,00	0,00
11:00	0,00	0,00	0,00	0,00
12:00	0,00	0,00	0,00	0,00
13:00	0,00	0,00	0,00	0,00
14:00	0,00	0,00	0,00	0,00
15:00	0,00	0,00	0,00	0,00
16:00	0,00	0,00	0,00	0,00
17:00	0,00	0,00	0,00	0,00
18:00	0,00	0,00	0,00	0,00
19:00	0,00	0,00	0,00	0,00
20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
00:00	0,00	0,00	0,00	0,00

## DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

Immagine non disponibile

### LEGENDA



Temperatura esterna [°C]

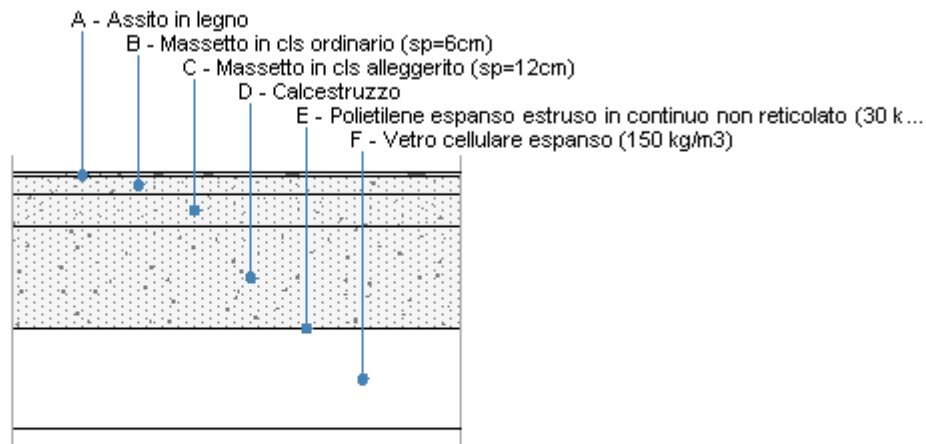


Temp. sup. esterna [°C]



Temperatura interna [°C]

## pavimento



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: pavimento

Note:

Tipologia:	Pavimento	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Terreno	Spessore:	760,2 mm
Trasmittanza U:	0,156 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	6,409 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	636 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ <sub>a</sub> [-]	Fattore μ <sub>u</sub> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Assito in legno	10,0	0,150	0,067	550	1,60	44,4	44,4
B	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	50,0	1,060	0,047	1.700	1,00	3,3	3,3
C	Massetto in cls alleggerito (sp=12cm)	100,0	0,580	0,172	1.400	1,00	3,3	3,3
D	Calcestruzzo	300,0	0,330	0,909	1.200	1,00	3,3	3,3
E	Polietilene espanso estruso in continuo non reticolato (30 kg/m <sup>3</sup> )	0,2	0,050	0,004	30	2,10	213,2	133,3
F	Vetro cellulare espanso (150 kg/m <sup>3</sup> )	300,0	0,060	5,000	150	0,84	200,00 0,0	200,00 0,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	760,2		6,409				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m<sup>2</sup>K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m<sup>2</sup>K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Rimini	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,156 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	- W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Emilia Romagna DGLS 192/311

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -

## VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

### CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Rimini	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Terreno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$ :	
Classe di edificio:	Alloggi con basso indice di affollamento	Volume interno V:	- m <sup>3</sup>
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\phi_i$ %	Temperatura esterna $T_e$ °C	Umidità relativa esterna $\phi_e$ %	Ricambio d'aria $n$ 1/h
gennaio	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
febbraio	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
marzo	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
aprile	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
maggio	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
giugno	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
luglio	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
agosto	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
settembre	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
ottobre	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
novembre	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5
dicembre	20,0	65,0	13,5	100,0	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna $\theta_i$ °C	Pressione parziale interna $p_i$ Pa	Temperatura esterna $\theta_e$ °C	Pressione parziale esterna $p_e$ Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	13,50	1.547,50
ESTIVA	20,00	1.005,90	13,50	1.547,50

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 793,132 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 793,132 Pa.

### VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna $P_e$ Pa	Numero di ric. d'aria $n$ 1/h	Variazione di pressione $\Delta P$ Pa	Pressione interna $P_i$ Pa	Pressione int. di satur. $P_{si}$ Pa	Temp. sup. interna $T_{si}$ °C	Fattore di res. sup. $f_{Rsi}$
ottobre	1547,46	-	262,91	1836,67	2295,83	19,71	0,9559

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico  $f_{Rsi}$ : 0,0000 (mese di )

Fattore di resistenza superficiale ammissibile  $f_{RsiAmm}$ : 0,9797

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE: OK

# PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0
	2.302,5	2.302,5	2.302,5	2.302,5	2.302,5	2.302,5	2.302,5	2.302,5	2.302,5	2.302,5	2.302,5	2.302,5
A-B	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0
	2.295,7	2.295,7	2.295,7	2.295,7	2.295,7	2.295,7	2.295,7	2.295,7	2.295,7	2.295,7	2.295,7	2.295,7
B-C	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0
	2.270,9	2.270,9	2.270,9	2.270,9	2.270,9	2.270,9	2.270,9	2.270,9	2.270,9	2.270,9	2.270,9	2.270,9
C-D	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0
	2.144,2	2.144,2	2.144,2	2.144,2	2.144,2	2.144,2	2.144,2	2.144,2	2.144,2	2.144,2	2.144,2	2.144,2
D-E	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0
	2.143,7	2.143,7	2.143,7	2.143,7	2.143,7	2.143,7	2.143,7	2.143,7	2.143,7	2.143,7	2.143,7	2.143,7
E-F	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5
	1.551,6	1.551,6	1.551,6	1.551,6	1.551,6	1.551,6	1.551,6	1.551,6	1.551,6	1.551,6	1.551,6	1.551,6
F-Add	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5
	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5	1.547,5

# TEMPERATURE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
A-B	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
B-C	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7
C-D	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
D-E	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
E-F	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
F-Add	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
Add-Esterno	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5

# VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE

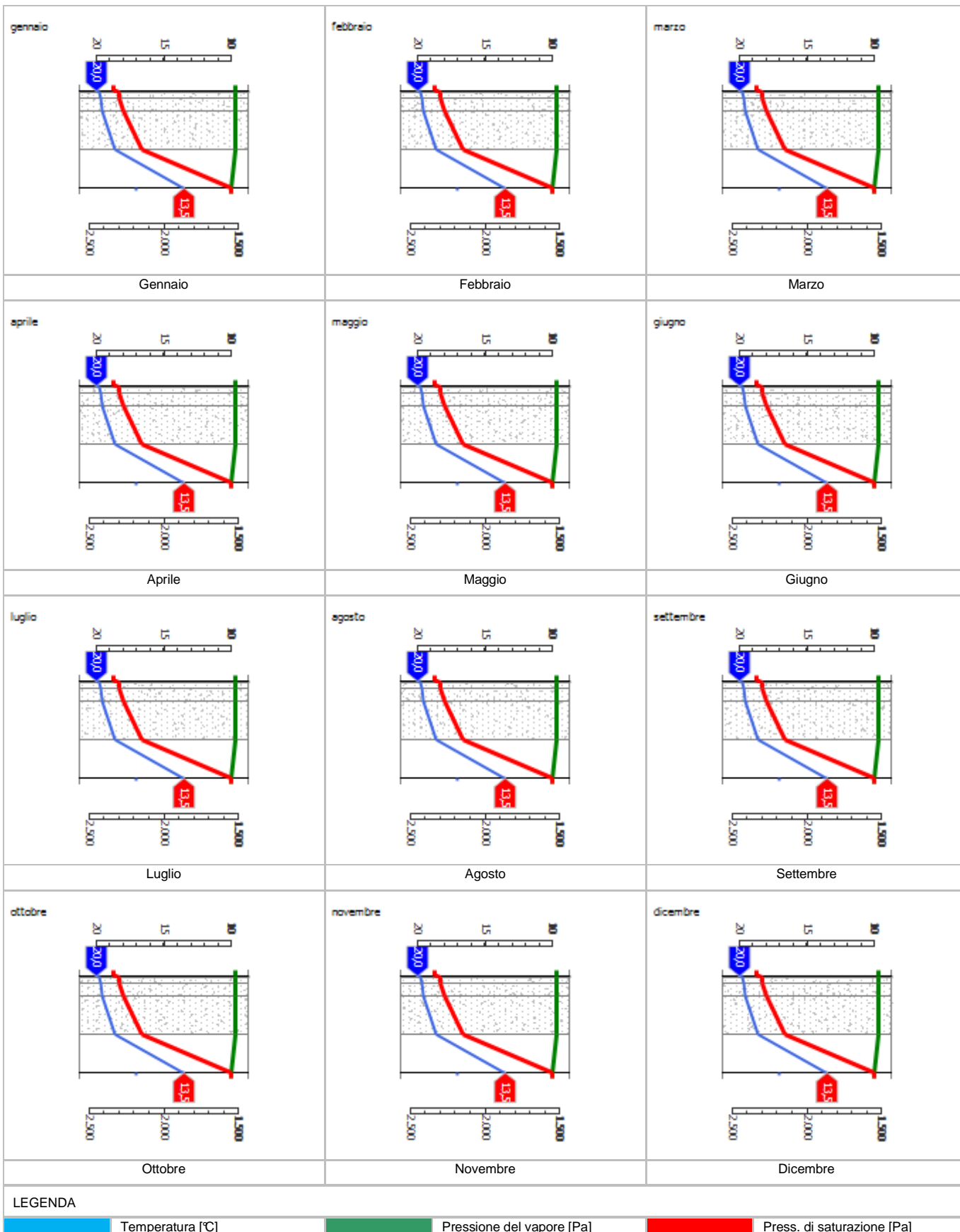
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]												

- Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²  
0,0000 - Strato F. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0000 > 0,0000 kg/m²

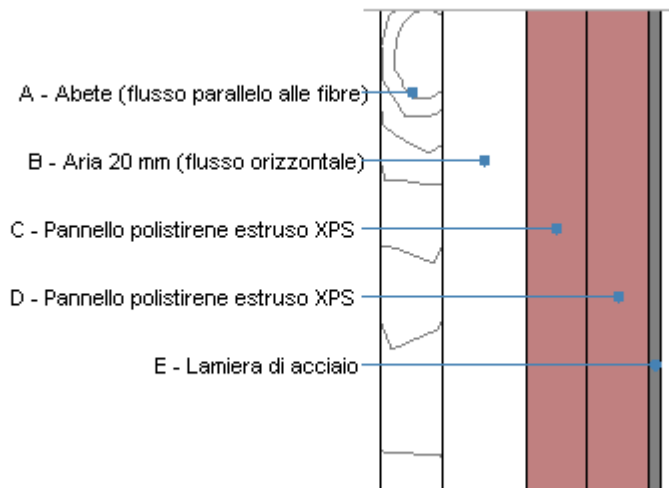
Verifica di condensa interstiziale:  
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G<sub>c</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -  
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G<sub>c,max</sub>: 0,5000 kg/m²  
Quantità di vapore residuo M<sub>a</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -  
ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente



# DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



## Portoncino esterno



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: Portoncino esterno

Note:

Tipologia:	Porta	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	68,0 mm
Trasmittanza U:	0,815 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	1,227 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	31 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ <sub>a</sub> [-]	Fattore μ <sub>u</sub> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete (flusso parallelo alle fibre)	15,0	0,120	0,125	450	1,38	666,7	222,2
B	Aria 20 mm (flusso orizzontale)	20,0	0,110	0,182	1	1,00	1,0	1,0
C	Pannello polistirene estruso XPS	15,0	0,040	0,375	35	1,45	200,0	200,0
D	Pannello polistirene estruso XPS	15,0	0,040	0,375	35	1,45	200,0	200,0
E	Lamiera di acciaio	3,0	80,000	0,000	7.870	0,46	999.99 9,0	999.99 9,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	68,0		1,227				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Rimini	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,815 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	- W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Emilia Romagna DGLS 192/311

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -

## VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

### CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Rimini	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$ :	
Classe di edificio:	Alloggi con basso indice di affollamento	Volume interno $V$ :	- m <sup>3</sup>
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\phi_i$ %	Temperatura esterna $T_e$ °C	Umidità relativa esterna $\phi_e$ %	Ricambio d'aria $n$ 1/h
gennaio	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
febbraio	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
marzo	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
aprile	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
maggio	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
giugno	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
luglio	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
agosto	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
settembre	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
ottobre	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
novembre	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5
dicembre	20,0	65,0	-5,0	70,0	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna $\theta_i$ °C	Pressione parziale interna $p_i$ Pa	Temperatura esterna $\theta_e$ °C	Pressione parziale esterna $p_e$ Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-5,00	280,80
ESTIVA	20,00	396,80	0,00	427,40

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,384 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 461,032 Pa.

### VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna $P_e$ Pa	Numero di ric. d'aria $n$ 1/h	Variazione di pressione $\Delta P$ Pa	Pressione interna $P_i$ Pa	Pressione int. di satur. $P_{si}$ Pa	Temp. sup. interna $T_{si}$ °C	Fattore di res. sup. $f_{Rsi}$
ottobre	280,83	-	810	1171,83	1464,78	12,67	0,7067

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico  $f_{Rsi}$ : 0,0000 (mese di )

Fattore di resistenza superficiale ammissibile  $f_{RsiAmm}$ : 0,8940

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE: OK

# PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0	1.519,0
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0
	1.682,9	1.682,9	1.682,9	1.682,9	1.682,9	1.682,9	1.682,9	1.682,9	1.682,9	1.682,9	1.682,9	1.682,9
A-B	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0	1.517,0
	1.320,6	1.320,6	1.320,6	1.320,6	1.320,6	1.320,6	1.320,6	1.320,6	1.320,6	1.320,6	1.320,6	1.320,6
B-C	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3
	782,3	782,3	782,3	782,3	782,3	782,3	782,3	782,3	782,3	782,3	782,3	782,3
C-D	1.515,7	1.515,7	1.515,7	1.515,7	1.515,7	1.515,7	1.515,7	1.515,7	1.515,7	1.515,7	1.515,7	1.515,7
	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1
D-E	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8
	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1	430,1
E-Add	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8	280,8
	401,2	401,2	401,2	401,2	401,2	401,2	401,2	401,2	401,2	401,2	401,2	401,2

# TEMPERATURE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
A-B	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8
B-C	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
C-D	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
D-E	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2
E-Add	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2
Add-Esterno	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0

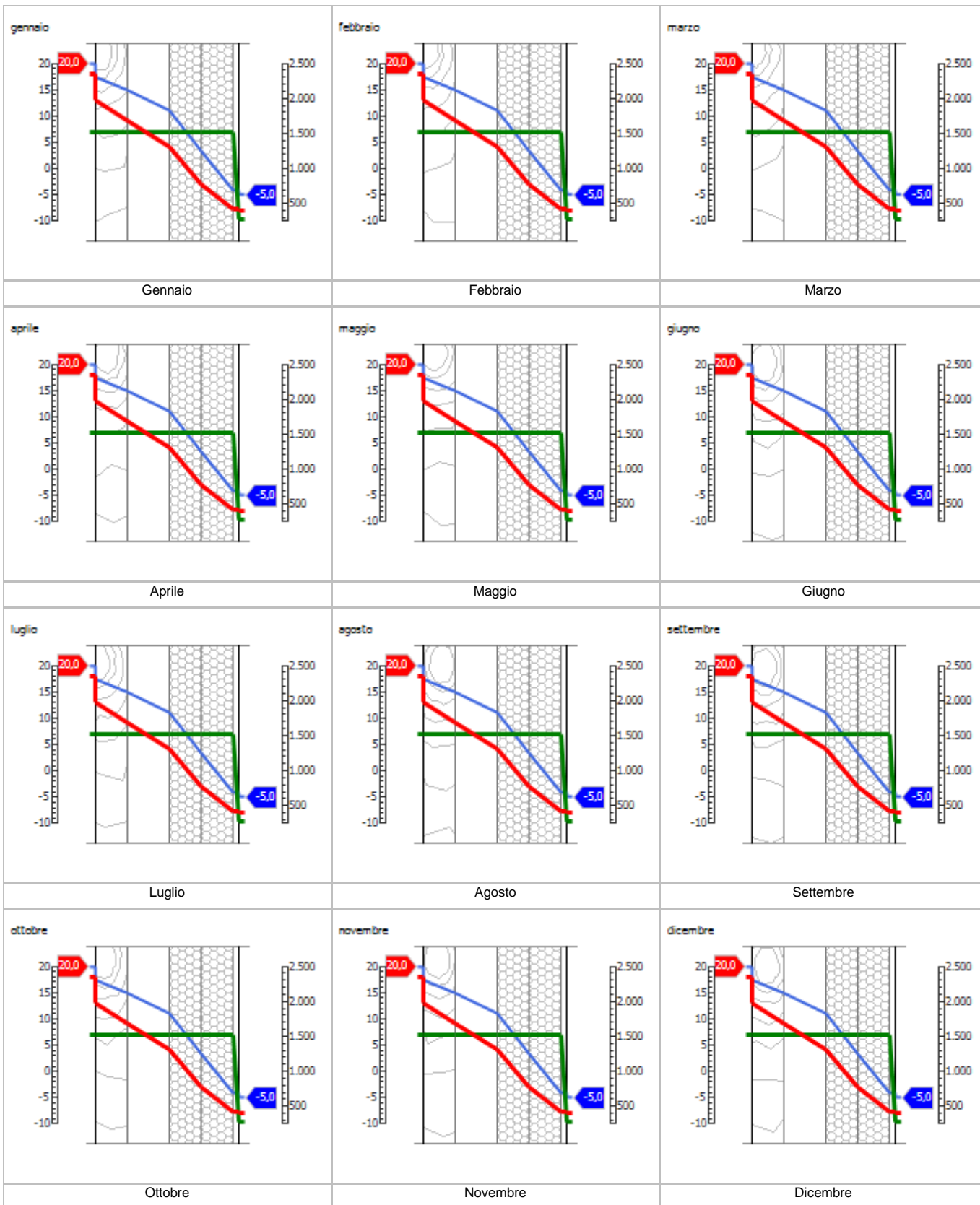
# VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	0,0326	0,0294	0,0326	0,0315	0,0326	0,0315	0,0326	0,0326	0,0315	0,0326	0,0315	0,0326
Ma [Kg/m²]	0,1293	0,1588	0,1914	0,2229	0,2555	0,2870	0,3196	0,3522	0,3838	0,0326	0,0641	0,0967
Interf. D/E												
Gc [Kg/m²]	0,0314	0,0284	0,0314	0,0304	0,0314	0,0304	0,0314	0,0314	0,0304	0,0314	0,0304	0,0314
Ma [Kg/m²]	0,1247	0,1531	0,1845	0,2150	0,2464	0,2768	0,3082	0,3397	0,3701	0,0314	0,0618	0,0933
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

- Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,1293 > 0,0026 kg/m²  
0,1293 - Strato F. Formazione di condensa: 0,1247 kg/m²  
gennaio - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,1588 > 0,0026 kg/m²  
0,1588 - Strato F. Formazione di condensa: 0,1531 kg/m²  
febbraio - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,1914 > 0,0026 kg/m²  
0,1914 - Strato F. Formazione di condensa: 0,1845 kg/m²  
marzo - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,2229 > 0,0026 kg/m²  
0,2229 - Strato F. Formazione di condensa: 0,2150 kg/m²  
aprile - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,2555 > 0,0026 kg/m²  
0,2555 - Strato F. Formazione di condensa: 0,2464 kg/m²  
maggio - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,2870 > 0,0026 kg/m²  
0,2870 - Strato F. Formazione di condensa: 0,2768 kg/m²  
giugno - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,3196 > 0,0026 kg/m²  
0,3196 - Strato F. Formazione di condensa: 0,3082 kg/m²  
luglio - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,3522 > 0,0026 kg/m²  
0,3522 - Strato F. Formazione di condensa: 0,3397 kg/m²  
agosto - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,3838 > 0,0026 kg/m²  
0,3838 - Strato F. Formazione di condensa: 0,3701 kg/m²  
settembre - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0326 > 0,0026 kg/m²  
0,0326 - Strato F. Formazione di condensa: 0,0314 kg/m²  
ottobre - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0641 > 0,0026 kg/m²  
0,0641 - Strato F. Formazione di condensa: 0,0618 kg/m²  
novembre - Strato E. La quantità di condensa è superiore al valore massimo consentito: 0,0967 > 0,0026 kg/m²  
0,0967 - Strato F. Formazione di condensa: 0,0933 kg/m²  
Mese condensazione massima: settembre

Verifica di condensa interstiziale:  
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G<sub>c</sub>: 0,0326 (mese di gennaio) kg/m² nell'interfaccia C-D  
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G<sub>c,max</sub>: 0,0026 kg/m²  
Quantità di vapore residuo Ma: 0,3838 (mese di settembre) kg/m² nell'interfaccia C-D  
ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Interfaccia C-D  
- Condensa eccessiva: 0,1293 > 0,0026 kg/m²

# DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



## LEGENDA

Temperatura [°C]	Pressione del vapore [Pa]	Press. di saturazione [Pa]
------------------	---------------------------	----------------------------

## SERRAMENTO: buco

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: buco

Note:

Produttore:

Larghezza: 1.000 cm

Altezza : 2.400 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 5 cm

Spessore inferiore del telaio: 5 cm

Spessore sinistro del telaio: 5 cm

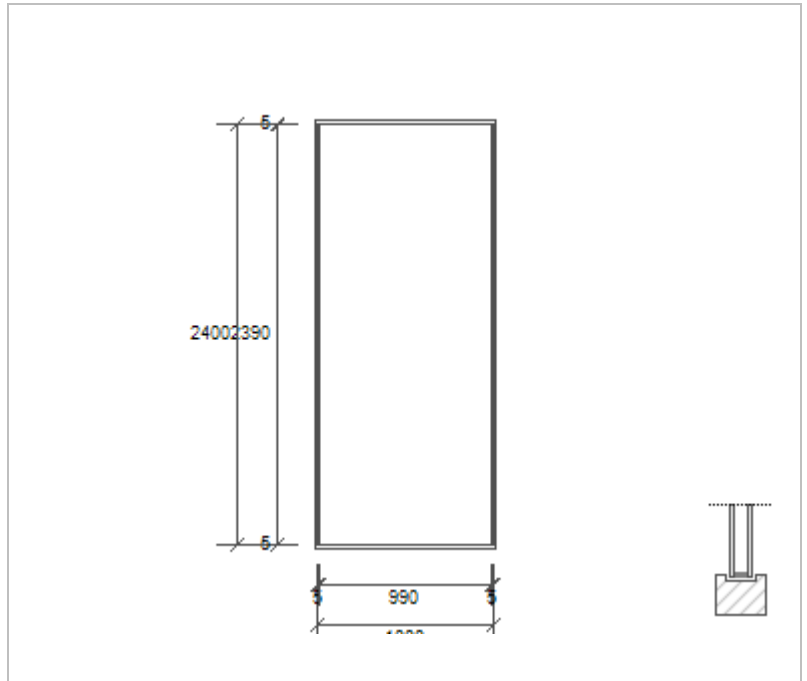
Spessore destro del telaio: 5 cm

Numero divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm



Area del vetro  $A_g$ : 236,610 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 240,000 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 3,390 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 67,600 m

### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro: Vetro doppio 4-12-4 (Aria)

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,750

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 1,100 W/(m<sup>2</sup> K)

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

#### Telaio

Materiale: Metallo

Spessore sf: 10 mm

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 3,000 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 1,000 W/(m K)

Tipologia telaio: Con taglio termico

Distanziatore: -

### SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: -

Colore: -

g,gl,sh,d: -

g,gl,sh/g,gl: -

Posizione: -

Trasparenza: -

g,gl,sh,b: -

### PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$ : 0,000 (m<sup>2</sup> K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura  $f_{shut}$ : 0,60

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 1,409 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella  $U_w$ , CORR: 1,409 W/(m<sup>2</sup> K)

### STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Scuola3\_con tubi.cerx

- , ()

Tel: Fax: EMail:

<b>Strutture opache e ponti termici</b>	<i>Area o lunghezza</i> [m <sup>2</sup> ] o [m]	<i>Trasmittanza</i> [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]
Assenti	-	-

## SERRAMENTO: finestre nord

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: finestre nord

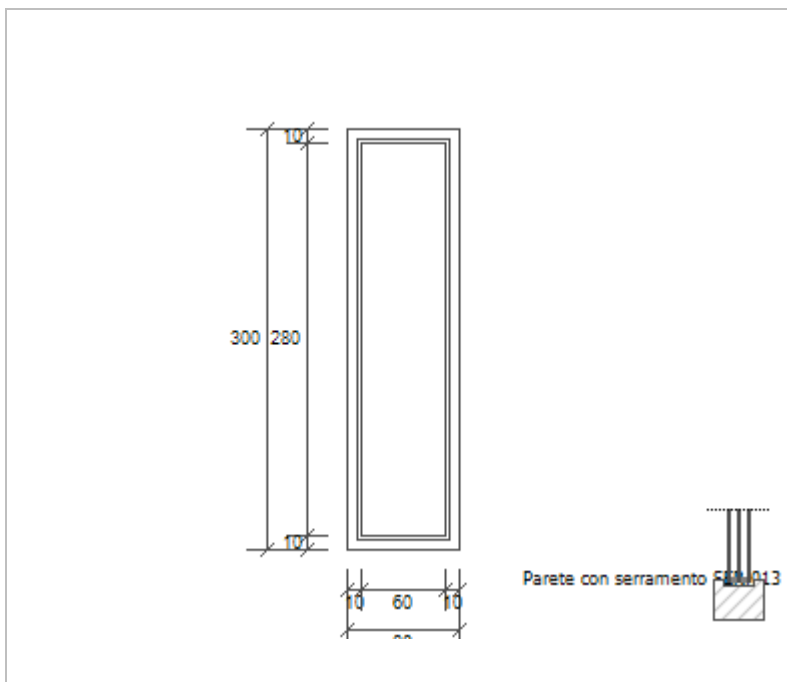
Note:

Produttore:

Larghezza: 80 cm  
Altezza : 300 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm  
Spessore inferiore del telaio: 10 cm  
Spessore sinistro del telaio: 10 cm  
Spessore destro del telaio: 10 cm  
Numero divisioni verticali: 0  
Spessore divisioni verticali: 0 cm  
Numero divisioni orizzontali: 0  
Spessore divisioni orizzontali: 0 cm



Area del vetro  $A_g$ : 1,680 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 2,400 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,720 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 6,800 m

### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro: Vetro 5-18-5-18-5 (Argon)  
Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,700  
Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 0,484 W/(m<sup>2</sup> K)

Tipologia vetro: Triplo vetro normale  
Emissività  $\epsilon$ : 0,837

#### Telaio

Materiale: Legno  
Spessore sf: 70 mm  
Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 1,300 W/(m<sup>2</sup> K)  
Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,060 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno tenero  
Distanziatore: Metallo

### SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Frangisole a lamelle orizzontali o verticali  
Colore: Bianco  
 $g, gl, sh, d$ : 0,21  
 $g, gl, sh, g, gl$ : -

Posizione: Schermatura esterna  
Trasparenza: Opaca  
 $g, gl, sh, b$ : 0,07

### PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: Alluminio  
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$ : 0,150 (m<sup>2</sup> K)/W  
Frazione oraria di utilizzo della chiusura  $f_{shut}$ : 0,60

Permeabilità della chiusura: Bassa permeabilità all'aria

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 0,899 W/(m<sup>2</sup> K)  
Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella  $U_w, CORR$ : 0,835 W/(m<sup>2</sup> K)

### STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Scuola3\_con tubi.cerx

- , ()  
Tel: Fax: EMail:



<b>Strutture opache e ponti termici</b>	<i>Area o lunghezza</i> [m <sup>2</sup> ] o [m]	<i>Trasmittanza</i> [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]
Parete con serramento SER.013	0,0	0,242

## SERRAMENTO: finestre nord (triple)

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: finestre nord (triple)

Note:

Produttore:

Larghezza: 240 cm

Altezza : 300 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

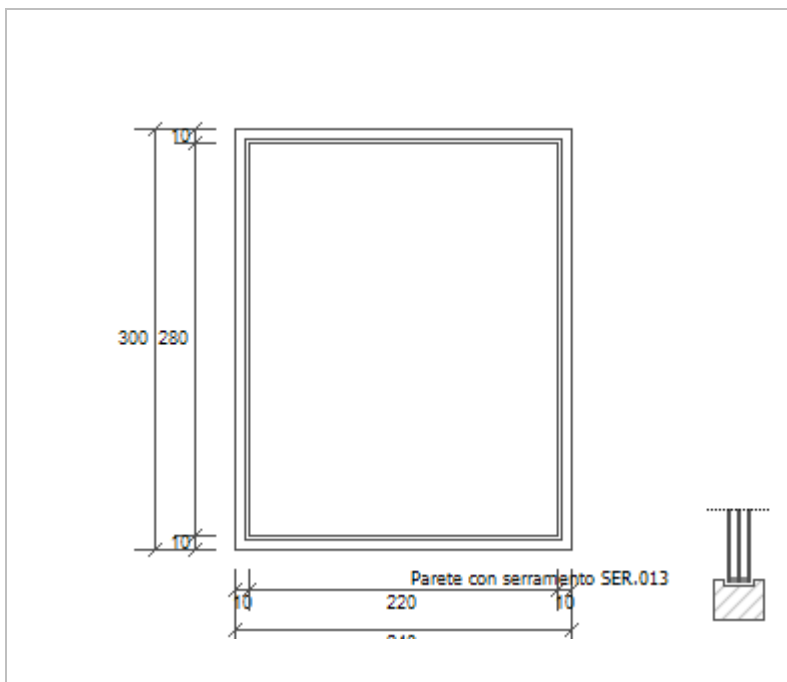
Spessore destro del telaio: 10 cm

Numero divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm



Area del vetro  $A_g$ : 6,160 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 7,200 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 1,040 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 10,000 m

### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro: Vetro 5-18-5-18-5 (Argon)

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,700

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 0,484 W/(m<sup>2</sup> K)

Tipologia vetro: Triplo vetro normale

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

#### Telaio

Materiale: Legno

Spessore sf: 70 mm

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 1,300 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,060 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno tenero

Distanziatore: Metallo

### SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Frangisole a lamelle orizzontali o verticali

Colore: Bianco

$g, gl, sh, d$ : 0,21

$g, gl, sh, g, gl$ : -

Posizione: Schermatura esterna

Trasparenza: Opaca

$g, gl, sh, b$ : 0,07

### PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$ : 0,000 (m<sup>2</sup> K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura  $f_{shut}$ : 0,60

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 0,685 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella  $U_w, CORR$ : 0,685 W/(m<sup>2</sup> K)

### STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Scuola3\_con tubi.cerx

- , ()

Tel: Fax: EMail:

<b>Strutture opache e ponti termici</b>	<i>Area o lunghezza</i> [m <sup>2</sup> ] o [m]	<i>Trasmittanza</i> [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]
Parete con serramento SER.013	0,0	0,242

## SERRAMENTO: finestre sud

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: finestre sud

Note:

Produttore:

Larghezza: 770 cm

Altezza : 260 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

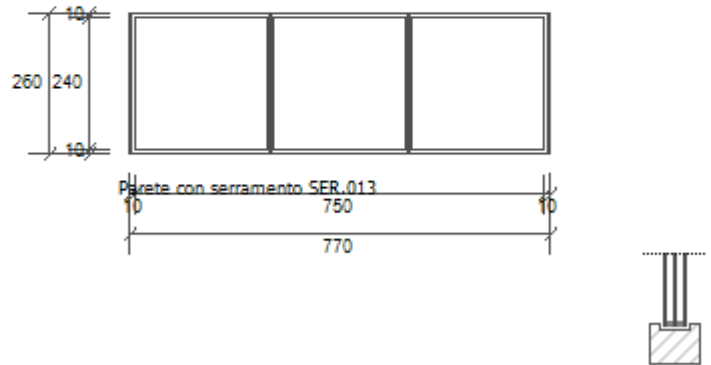
Spessore destro del telaio: 10 cm

Numero divisioni verticali: 2

Spessore divisioni verticali: 10 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm



Area del vetro  $A_g$ : 17,520 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 20,020 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 2,500 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 29,000 m

### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro: Vetro 5-18-5-18-5 (Argon)

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,700

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 0,484 W/(m<sup>2</sup> K)

Tipologia vetro: Triplo vetro normale

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

#### Telaio

Materiale: Legno

Spessore sf: 70 mm

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 1,300 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,060 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno tenero

Distanziatore: Metallo

### SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Frangisole a lamelle orizzontali o verticali

Colore: Bianco

$g, gl, sh, d$ : 0,21

$g, gl, sh, g, gl$ : -

Posizione: Schermatura esterna

Trasparenza: Opaca

$g, gl, sh, b$ : 0,07

### PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$ : 0,000 (m<sup>2</sup> K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura  $f_{shut}$ : 0,60

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 0,673 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella  $U_w, CORR$ : 0,673 W/(m<sup>2</sup> K)

### STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Scuola3\_con tubi.cerx

- , ()

Tel: Fax: EMail:

<b>Strutture opache e ponti termici</b>	<i>Area o lunghezza</i> [m <sup>2</sup> ] o [m]	<i>Trasmittanza</i> [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]
Parete con serramento SER.013	0,0	0,242

## SERRAMENTO: finestre sud (rientranza)

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: finestre sud (rientranza)

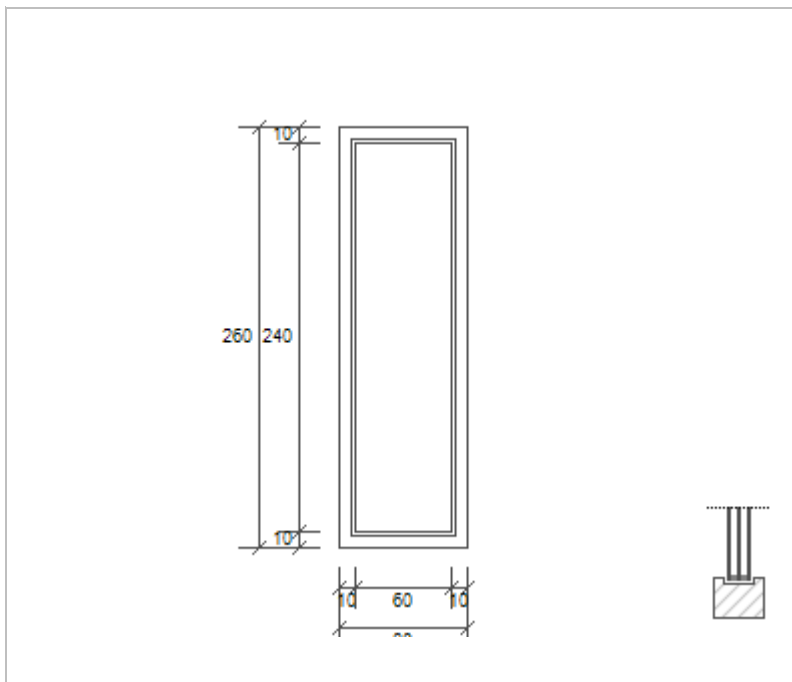
Note:

Produttore:

Larghezza: 80 cm  
Altezza : 260 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm  
Spessore inferiore del telaio: 10 cm  
Spessore sinistro del telaio: 10 cm  
Spessore destro del telaio: 10 cm  
Numero divisioni verticali: 0  
Spessore divisioni verticali: 0 cm  
Numero divisioni orizzontali: 0  
Spessore divisioni orizzontali: 0 cm



Area del vetro  $A_g$ : 1,440 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 2,080 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,640 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 6,000 m

### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro: Vetro 5-18-5-18-5 (Argon)  
Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,700  
Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 0,484 W/(m<sup>2</sup> K)

Tipologia vetro: Triplo vetro normale  
Emissività  $\epsilon$ : 0,837

#### Telaio

Materiale: Legno  
Spessore sf: 70 mm  
Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 1,300 W/(m<sup>2</sup> K)  
Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,060 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno tenero  
Distanziatore: Metallo

### SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Frangisole a lamelle orizzontali o verticali  
Colore: Bianco  
 $g, gl, sh, d$ : 0,21  
 $g, gl, sh, g, gl$ : -

Posizione: Schermatura esterna  
Trasparenza: Opaca  
 $g, gl, sh, b$ : 0,07

### PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$ : 0,000 (m<sup>2</sup> K)/W  
Frazione oraria di utilizzo della chiusura  $f_{shut}$ : 0,60

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 0,908 W/(m<sup>2</sup> K)  
Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella  $U_w, CORR$ : 0,908 W/(m<sup>2</sup> K)

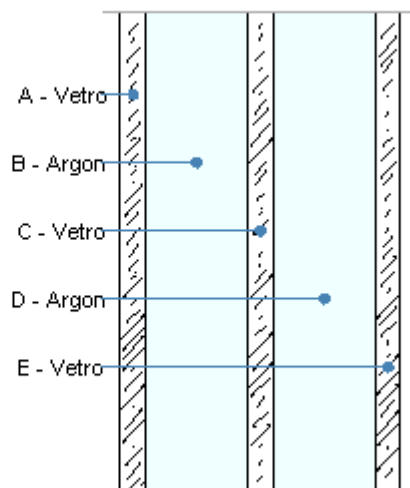
### STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Scuola3\_con tubi.cerx

- , ()  
Tel: Fax: EMail:

<b>Strutture opache e ponti termici</b>	<i>Area o lunghezza</i> [m <sup>2</sup> ] o [m]	<i>Trasmittanza</i> [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]
Parete con serramento SER.013	0,0	0,242

## Vetro 5-18-5-18-5 (Argon)



Le proprietà termiche dei vetri sono valutate in base alla UNI EN 673.

### DATI DEL VETRO

Nome: Vetro 5-18-5-18-5 (Argon)

Note:

Numero lastre:	Spessore vetro:	44,0 mm
Trasmittanza U: 0,484 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	2,064 (m <sup>2</sup> K)/W

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività $\lambda$ [W/(mK)]	Emissività normale interna $\varepsilon_{ni}$ [-]	Emissività normale esterna $\varepsilon_{ne}$ [-]	Densità $\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Viscosità dinamica $\mu$ [10 <sup>-5</sup> Kg/(ms)]	Capacità termica specifica c [J/(kgK)]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	7,690	-	-	-	-	-
A	Vetro	4,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
B	Argon	16,0	0,017	0,00	0,00	2	0,0	0,52
C	Vetro	4,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
D	Argon	16,0	0,017	0,00	0,00	2	0,0	0,52
E	Vetro	4,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	25,000	-	-	-	-	-
	TOTALE	44,0						

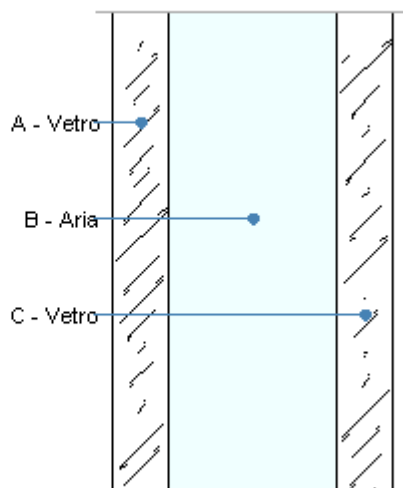
### RESISTENZE

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = , N =

	Strato	Emissività corretta interna $\varepsilon_i$ [-]	Emissività corretta esterna $\varepsilon_e$ [-]	Salto termico intercapedine $\Delta T$ [°C]	Conduttanza radiativa $h_r$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza lastra $h_g$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza intercapedine $h_s$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Resistenza termica R [(m <sup>2</sup> K)/W]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	-	
B	Argon							
C	Vetro	-	-	-	-	-	-	
D	Argon							
E	Vetro	-	-	-	-	-	-	
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,040
	TOTALE							



## Vetro doppio 4-12-4 (Aria)



Le proprietà termiche dei vetri sono valutate in base alla UNI EN 673.

### DATI DEL VETRO

Nome: Vetro doppio 4-12-4 (Aria)

Note:

Numero lastre:	Spessore vetro:	20,0 mm
Trasmittanza U: 2,849 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	0,351 (m <sup>2</sup> K)/W

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività $\lambda$ [W/(mK)]	Emissività normale interna $\epsilon_{ni}$ [-]	Emissività normale esterna $\epsilon_{ne}$ [-]	Densità $\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Viscosità dinamica $\mu$ [10 <sup>-5</sup> Kg/(ms)]	Capacità termica specifica c [J/(kgK)]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	7,690	-	-	-	-	-
A	Vetro	4,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
B	Aria	12,0	0,025	0,00	0,00	1	0,0	1,01
C	Vetro	4,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	25,000	-	-	-	-	-
	TOTALE	20,0						

### RESISTENZE

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	Emissività corretta interna $\epsilon_i$ [-]	Emissività corretta esterna $\epsilon_e$ [-]	Salto termico intercapedine $\Delta T$ [°C]	Conduttanza radiativa $h_r$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza lastra $h_g$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza intercapedine $h_s$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Resistenza termica R [(m <sup>2</sup> K)/W]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	-	0,004
B	Aria							
C	Vetro	-	-	-	-	-	-	0,004
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,040
	TOTALE							0,18

# Relazione impianto fotovoltaico



---

# RELAZIONE TECNICA

*IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO*

04/03/2015

Comune di Rimini, (RN)

# RELAZIONE TECNICA

LA PRESENTE RELAZIONE FORNISCE I DATI TECNICI ED I VALORI DI CALCOLO RELATIVI AD UN SISTEMA DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA A FONTE RINNOVABILE, MEDIANTE USO DI PANNELLI SOLARI FOTOVOLTAICI

*La procedura di calcolo utilizzata fa riferimento a diverse norme tecniche in vigore a livello europeo e nazionale, tra cui si citano la UNI TR 11328-1 e la UNI 10349 per la valutazione dell'irradiazione incidente sui pannelli, la UNI EN 15316-4-6 ed il progetto di norma UNI TS 11300 parte 4 per il calcolo della produzione energetica elettrica da fonte solare.*

## INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Rimini (RN)

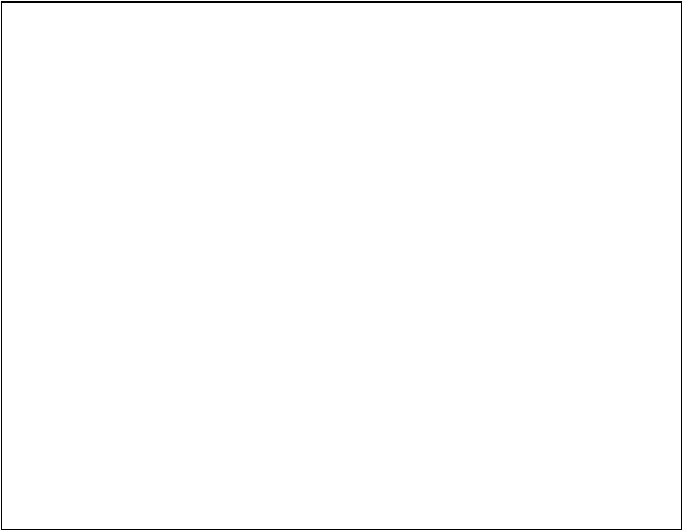
Progetto per la realizzazione di:

Sito in:

Proprietario:

Committente:

Progettista:



## PARAMETRI CLIMATICI

I parametri climatici sono calcolati con riferimento alle UNI TR 11328-1 e UNI 10349.

Il diagramma, disegnato per la località di riferimento, solare descrive il moto apparente del sole nella volta celeste. In ascisse si riporta l'angolo azimutale rispetto alla direzione SUD, positivo verso OVEST e negativo verso EST. In ordinate è riportata l'angolo di altezza solare sull'orizzonte. Nel diagramma sono riportati i percorsi del sole durante i 12 mesi dell'anno, simmetrici rispetto all'asse verticale, e le linee orarie.

### COMUNE DI RIFERIMENTO E POSIZIONAMENTO DEL PANNELLO

Comune: Rimini (RN)

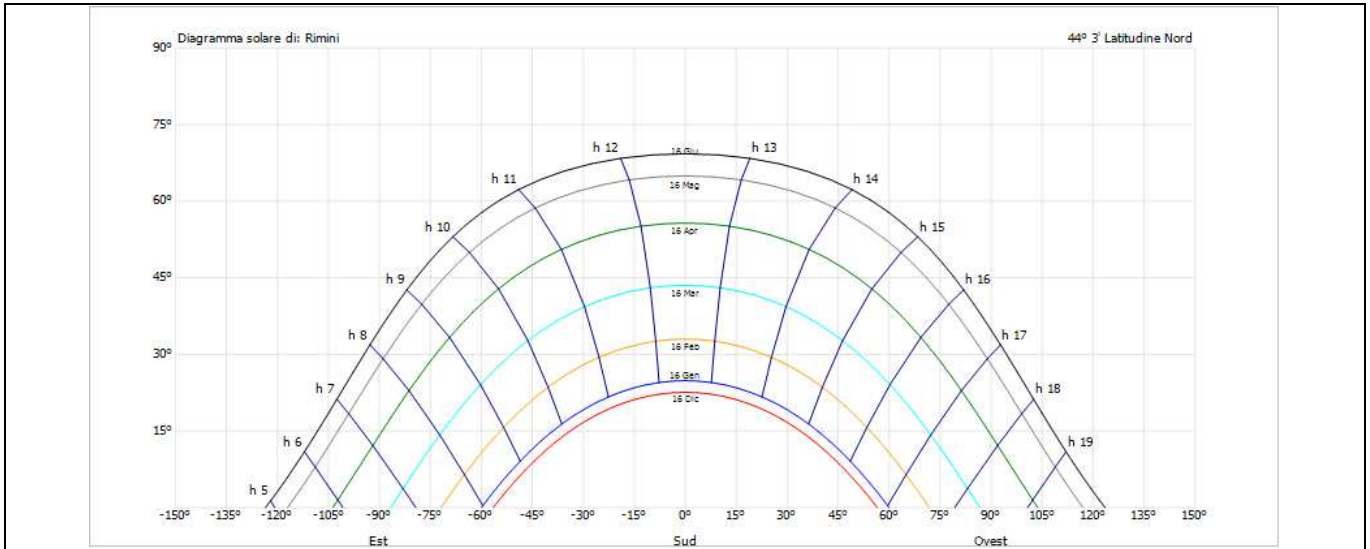
Latitudine  $\varphi$ : 44° 3' °

Azimut della superficie rispetto al sud  $\gamma$ : 0,00 °

Riflettanza  $\rho$ : 0,26

Inclinazione superficie sul piano orizzontale  $\beta$ : 0,00 °

### DIAGRAMMA SOLARE SENZA OMBREGGIAMENTI



### PARAMETRI SOLARI

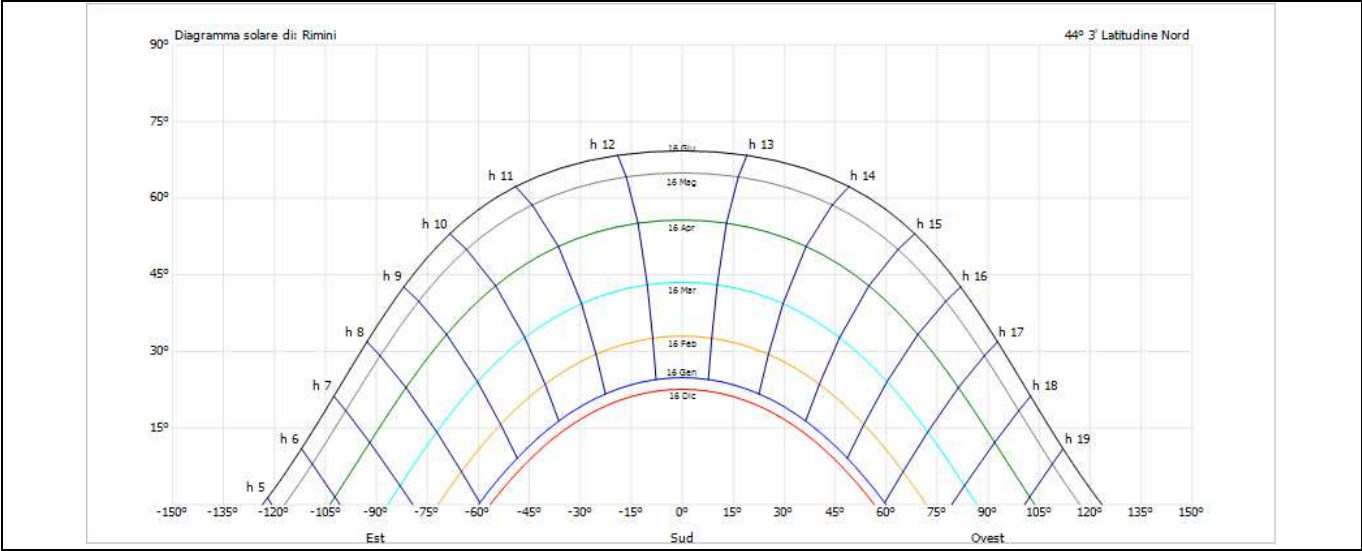
Mese	Giorno dell'anno di riferimento per ogni mese $n$	Declinazione solare media mensile $\delta$	Angolo orario medio mensile all'alba $-\omega_s$	Angolo orario medio mensile al tramonto $\omega_s$	Angolo orario medio mensile all'apparire del sole $\omega'$	Angolo orario medio mensile allo scomparire del sole $\omega''$	Durata media mensile del soleggiamento $D$
	-	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	[h]
Gennaio	17	-20,92	-68,30	68,30	-68,30	68,30	9 e 6'
Febbraio	47	-12,95	-77,14	77,14	-77,14	77,14	10 e 17'
Marzo	75	-2,42	-87,66	87,66	-87,66	87,66	11 e 41'
Aprile	105	9,41	-99,23	99,23	-99,23	99,23	13 e 13'
Maggio	135	18,79	-109,22	109,22	-109,22	109,22	14 e 33'
Giugno	162	23,09	-114,35	114,35	-114,35	114,35	15 e 14'
Luglio	198	21,18	-112,02	112,02	-112,02	112,02	14 e 56'
Agosto	228	13,45	-103,38	103,38	-103,38	103,38	13 e 47'
Settembre	258	2,22	-92,15	92,15	-92,15	92,15	12 e 17'
Ottobre	288	-9,60	-80,58	80,58	-80,58	80,58	10 e 44'
Novembre	318	-18,91	-70,64	70,64	-70,64	70,64	9 e 25'
Dicembre	344	-23,05	-65,69	65,69	-65,69	65,69	8 e 45'

### IRRADIAZIONE

Mese	Irradiazione diffusa giornaliera media mensile $H_d$	Irradiazione diretta giornaliera media mensile $H_{bh}$	Irradiazione totale giornaliera media mensile $H_h$ su piano orizzontale	Coefficiente $R_b$	Coefficiente $R$	Irradiazione giornaliera media mensile $E$ sul piano inclinato orientato	Irradiazione solare mensile $E$ sul piano inclinato orientato
	[MJ/m <sup>2</sup> ]	[MJ/m <sup>2</sup> ]	[MJ/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MJ/m <sup>2</sup> ]	[MJ/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	2,50	2,10	4,60	1,00	1,00	4,60	142,6
Febbraio	3,60	4,20	7,80	1,00	1,00	7,80	218,4
Marzo	5,10	7,60	12,70	1,00	1,00	12,70	393,7
Aprile	6,70	10,20	16,90	1,00	1,00	16,90	507,0
Maggio	7,60	14,10	21,70	1,00	1,00	21,70	672,7
Giugno	7,90	16,30	24,20	1,00	1,00	24,20	726,0
Luglio	7,00	18,70	25,70	1,00	1,00	25,70	796,7
Agosto	6,40	15,50	21,90	1,00	1,00	21,90	678,9

<i>Settembre</i>	5,30	10,90	16,20	1,00	1,00	16,20	486,0
<i>Ottobre</i>	4,00	6,30	10,30	1,00	1,00	10,30	319,3
<i>Novembre</i>	2,80	2,90	5,70	1,00	1,00	5,70	171,0
<i>Dicembre</i>	2,20	1,90	4,10	1,00	1,00	4,10	127,1
<i>TOTALE</i>	-	-	-	-	-	-	5.239,4

DIAGRAMMA SOLARE CON OMBREGGIAMENTI



OMBREGGIAMENTI

Angoli orari medi mensili di ombreggiamento generato dall'ostruzione [°]	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno	
	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a

Angoli orari medi mensili di ombreggiamento generato dall'ostruzione [°]	Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre	
	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a

Mese	Irradiazione giornaliera mensile E sul piano senza ostruzioni [MJ/m²]	Irradiazione solare mensile E sul piano inclinato senza ostruzioni [MJ/m²]	Coefficiente R <sub>b</sub> con ostruzioni [-]	Coefficiente R con ostruzioni [-]	Irradiazione giornaliera mensile H sul piano con ostruzioni [MJ/m²]	Irradiazione solare mensile E sul piano inclinato orientato con ostruzioni [MJ/m²]
Gennaio	4,60	142,6	1,00	1,00	4,60	142,6
Febbraio	7,80	218,4	1,00	1,00	7,80	218,4
Marzo	12,70	393,7	1,00	1,00	12,70	393,7
Aprile	16,90	507,0	1,00	1,00	16,90	507,0
Maggio	21,70	672,7	1,00	1,00	21,70	672,7
Giugno	24,20	726,0	1,00	1,00	24,20	726,0
Luglio	25,70	796,7	1,00	1,00	25,70	796,7
Agosto	21,90	678,9	1,00	1,00	21,90	678,9
Settembre	16,20	486,0	1,00	1,00	16,20	486,0
Ottobre	10,30	319,3	1,00	1,00	10,30	319,3
Novembre	5,70	171,0	1,00	1,00	5,70	171,0
Dicembre	4,10	127,1	1,00	1,00	4,10	127,1
TOTALE	-	-	-	-	-	5.239,4



## PARAMETRI DEL PANNELLO FOTOVOLTAICO

### PANNELLO SOLARE FOTOVOLTAICO

Marca: MITSUBISHI ELECTRIC

Modello: TJ PV-TJ235GA6

Tipo di pannello: Film sottile di silicio amorfo

Descrizione:

Moduli fotovoltaici per applicazioni residenziali e commerciali

### PARAMETRI GEOMETRICI DEL PANNELLO

Superficie assorbente: 1,5 m<sup>2</sup>

Superficie totale di captazione: 619,0 m<sup>2</sup>

Azimut della superficie rispetto al sud  $\gamma$ : 0,00 °

Numero di pannelli: 424

Inclinazione della superficie sul piano orizzontale  $\beta$ : 0,00 °

### DETTAGLI TECNICI DEL CIRCUITO FOTOVOLTAICO

Fattore di potenza di picco  $K_{pv}$ : 0,235 kW/m<sup>2</sup>

Irradianza solare di riferimento in condizioni standard: 1 kW/m<sup>2</sup>

Fattore di efficienza  $f_{pv}$ : 0,80

Variazione dell'efficienza con la temperatura: - %/K

Altre perdite associabili all'impianto fotovoltaico: - %

Potenza di picco in condizioni standard  $W_{pv}$ : 145,47 kW

Grado di ventilazione: Moduli molto ventilati o con ventilazione forzata

Efficienza dell'inverter: - %

## CARICHI ELETTRICI

Superficie netta in pianta dell'edificio: 0,0 m<sup>2</sup>

<i>Mese</i>	<i>Carico elettrico specifico mensile</i> <i>[MJ/(m<sup>2</sup> mese)]</i>	<i>Carico elettrico mensile E<sub>el</sub></i> <i>[MJ/mese]</i>
<i>Gennaio</i>	0,0	102.024,6
<i>Febbraio</i>	0,0	70.866,4
<i>Marzo</i>	0,0	51.337,0
<i>Aprile</i>	0,0	15.979,0
<i>Maggio</i>	0,0	116,1
<i>Giugno</i>	0,0	73,6
<i>Luglio</i>	0,0	54,3
<i>Agosto</i>	0,0	59,5
<i>Settembre</i>	0,0	81,2
<i>Ottobre</i>	0,0	11.128,3
<i>Novembre</i>	0,0	48.053,5
<i>Dicembre</i>	0,0	80.298,2
<i>TOTALE ANNUO</i>	-	380.071,7

### VALUTAZIONE DETTAGLIATA DEI CARICHI ELETTRICI

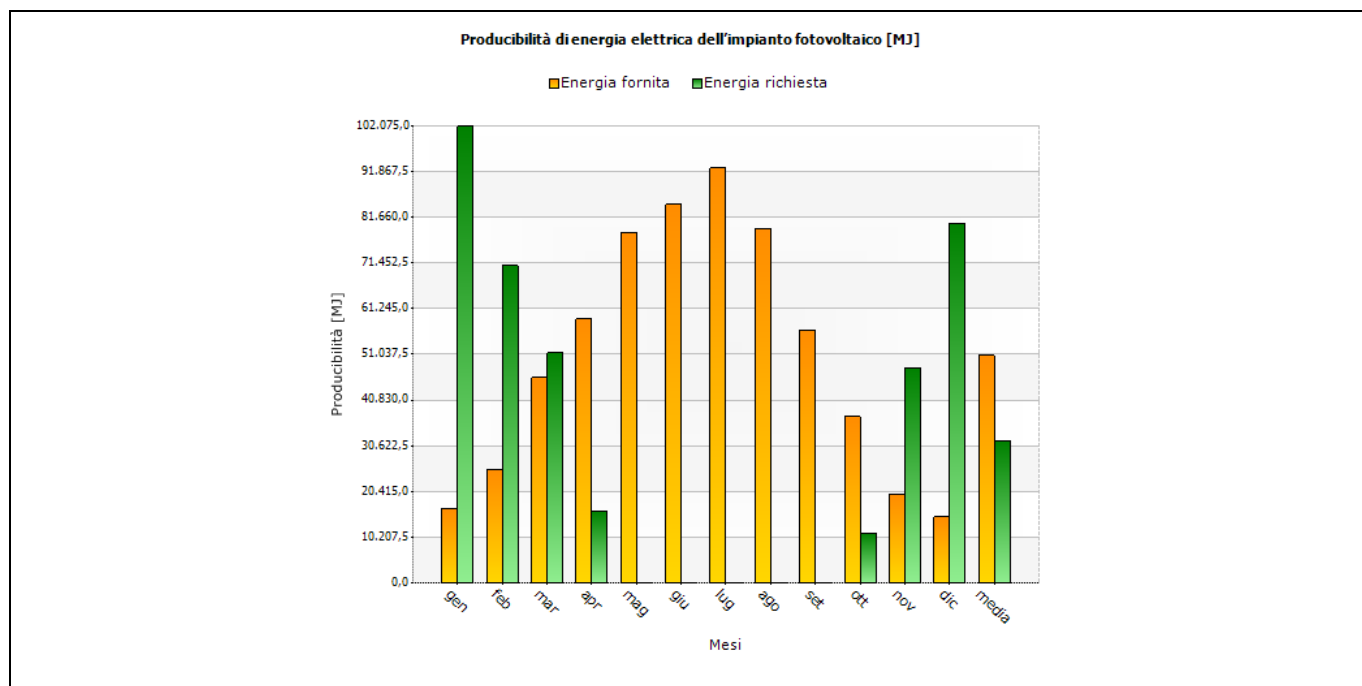
<i>Mese</i>	<i>Descrizione del singolo tipo di carico</i>	<i>Potenza</i> <i>[W]</i>	<i>Durata</i> <i>[h/giorno]</i>	<i>Numero di giorni di utilizzo del carico durante il mese</i>	<i>Energia elettrica mensile richiesta dal singolo carico</i> <i>[MJ]</i>
-	-	-	-	-	-

## ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DAL SISTEMA SOLARE

### PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA PANNELLI SOLARI

Mese	Energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico $E_{el,pv,out}$ [MJ]	Frazione di copertura del carico elettrico mediante fotovoltaico $f_{el}$ [%]	Frazione minima richiesta all'impianto solare di copertura del carico elettrico [%]	Verifica della percentuale richiesta di copertura del carico	Energia elettrica in sovrapproduzione reimmessa nella rete $E_{el,pv,rete}$ [MJ]
Gennaio	16.595,7	16,3	0,0	OK	-
Febbraio	25.417,3	35,9	0,0	OK	-
Marzo	45.818,6	89,3	0,0	OK	-
Aprile	59.004,4	100,0	0,0	OK	43.025,4
Maggio	78.288,5	100,0	0,0	OK	78.172,4
Giugno	84.491,5	100,0	0,0	OK	84.417,9
Luglio	92.719,6	100,0	0,0	OK	92.665,3
Agosto	79.010,1	100,0	0,0	OK	78.950,6
Settembre	56.560,4	100,0	0,0	OK	56.479,2
Ottobre	37.160,0	100,0	0,0	OK	26.031,7
Novembre	19.900,9	41,4	0,0	OK	-
Dicembre	14.791,8	18,4	0,0	OK	-
TOTALE	609.758,9	100,0	-	-	229.687,2

### DIAGRAMMA DELLE QUOTE DI COPERTURA MENSILI DEL CARICO ELETTRICO



■ Carico elettrico mensile
 ■ Energia elettrica prodotta dai pannelli

## CALCOLO DELL'IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

### COMUNE DI RIFERIMENTO E PARAMETRI DEL PANNELLO

Comune: Rimini (RN)

Latitudine  $\varphi$ : 44°3' °

Azimut della superficie rispetto al sud  $\gamma$ : 0,00 °

Superficie totale di captazione: 619,0 m<sup>2</sup>

Riflettanza  $\rho$ : 0,26

Inclinazione superficie sul piano orizzontale  $\beta$ : 0,00 °

Numero di pannelli: 424

Marca: MITSUBISHI ELECTRIC

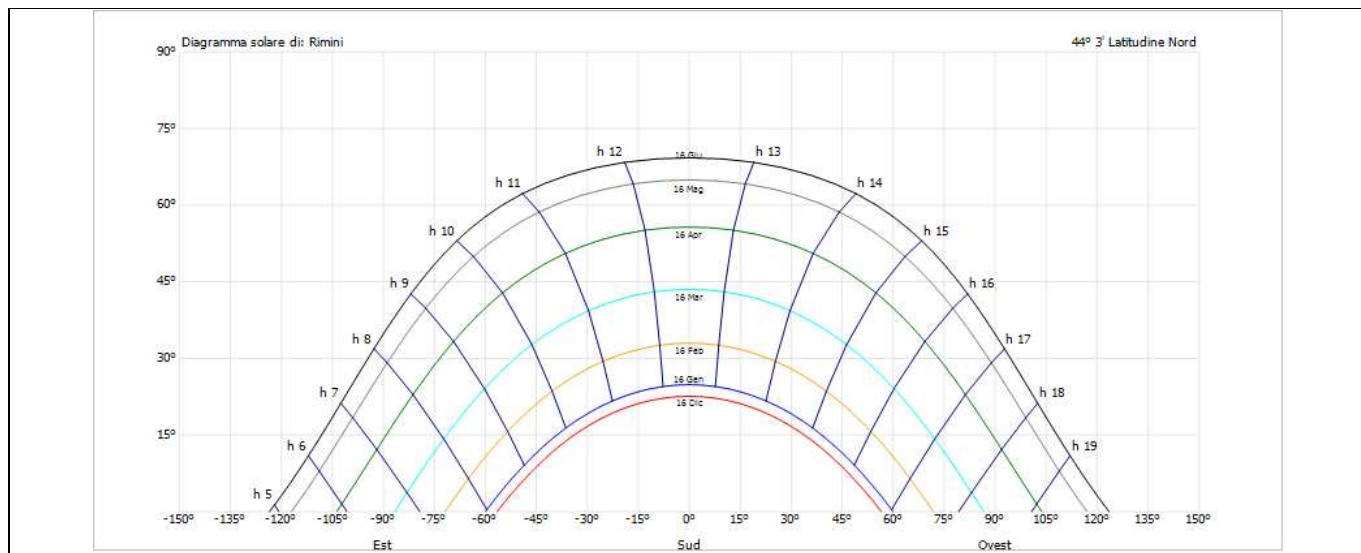
Modello: TJ PV-TJ235GA6

Tipo di pannello: Film sottile di silicio amorfo

Descrizione:

Moduli fotovoltaici per applicazioni residenziali e commerciali

### DIAGRAMMA SOLARE



### DETTAGLI TECNICI DEL CIRCUITO FOTOVOLTAICO

Fattore di potenza di picco  $K_{PV}$ : 0,235 kW/m<sup>2</sup>

Potenza di picco in condizioni standard  $W_{PV}$ : 145,47 kW

Irradianza solare di riferimento in condizioni standard: 1 kW/m<sup>2</sup>

Fattore di efficienza  $f_{PV}$ : 0,80

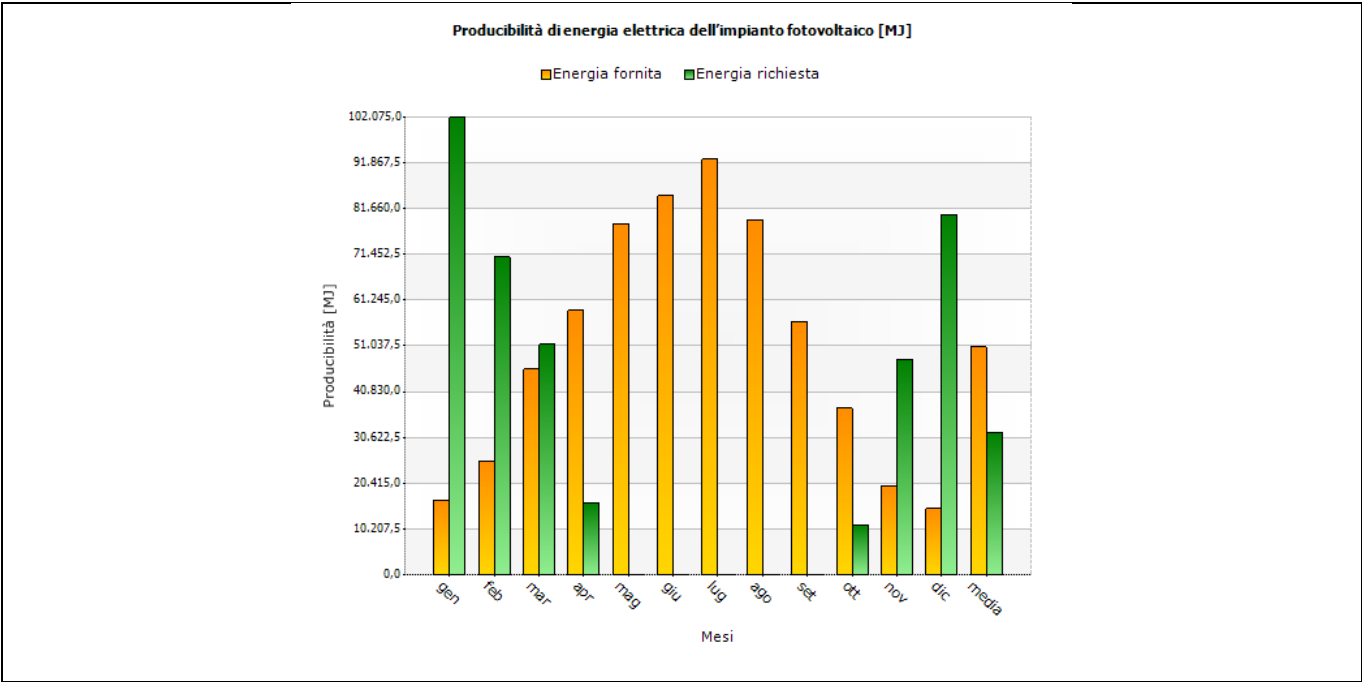
Grado di ventilazione: Moduli molto ventilati o con ventilazione forzata

### PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA PANNELLI SOLARI

Mese	Irradianza solare mensile E sul piano inclinato orientato [MJ]	Irradianza solare mensile E sul piano inclinato orientato con ostruzioni [MJ]	Carico elettrico mensile $E_{el}$ [MJ/mese]	Energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico $E_{el,pv,out}$ [MJ]	Frazione di copertura del carico elettrico mediante fotovoltaico $f_{el}$ [%]	Energia elettrica in sovrapproduzione reimpressa nella rete $E_{el,pv,rete}$ [MJ]
Gennaio	142,6	142,6	102.024,6	16.595,7	16,3	-
Febbraio	218,4	218,4	70.866,4	25.417,3	35,9	-
Marzo	393,7	393,7	51.337,0	45.818,6	89,3	-
Aprile	507,0	507,0	15.979,0	59.004,4	100,0	43.025,4
Maggio	672,7	672,7	116,1	78.288,5	100,0	78.172,4
Giugno	726,0	726,0	73,6	84.491,5	100,0	84.417,9
Luglio	796,7	796,7	54,3	92.719,6	100,0	92.665,3
Agosto	678,9	678,9	59,5	79.010,1	100,0	78.950,6
Settembre	486,0	486,0	81,2	56.560,4	100,0	56.479,2
Ottobre	319,3	319,3	11.128,3	37.160,0	100,0	26.031,7
Novembre	171,0	171,0	48.053,5	19.900,9	41,4	-
Dicembre	127,1	127,1	80.298,2	14.791,8	18,4	-
TOTALE	5.239,4	5.239,4	380.071,7	609.758,9	100,0	229.687,2



DIAGRAMMA DELLE QUOTE DI COPERTURA MENSILI DEL CARICO ELETTRICO



APE (attestato di prestazione energetica)





# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Sostituisce l'attestato di certificazione energetica ai sensi della Legge 90/2013.

Attestato numero:

Rilasciato il: 15/12/2014

Valido fino a: 15/12/2024

## DATI DELL'IMMOBILE

Comune: Rimini (RN)

Indirizzo:

Piano – Interno: 1

Dati catastali

Foglio:

Particella:

Subalterno:

Proprietario:

Destinazione d'uso: E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

## DATI GENERALI

Zona climatica: E

Gradi giorno: 2139

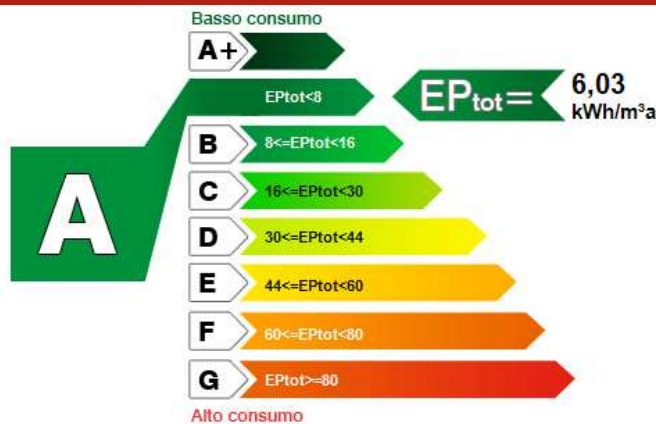
Volume lordo riscaldato: 16.693,7 m<sup>3</sup>

Superficie utile riscaldata: 4.608,5 m<sup>2</sup>

Superficie disperdente: 6.890,3 m<sup>2</sup>

Rapporto S/V: 0,41

## CLASSE ENERGETICA



## INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

INDICE	VALORE	kWh/m <sup>2</sup> anno	LIMITE	kWh/m <sup>2</sup> anno
Totale (EP <sub>inv</sub> + EP <sub>est</sub> + EP <sub>acs</sub> + EP <sub>ill</sub> )	EP <sub>tot</sub>	6,03	EP <sub>tot</sub> -lim	13,72
Climatizzazione invernale	EP <sub>inv</sub>	6,01	EP <sub>inv</sub> -lim	13,72
Produzione acqua calda sanitaria	EP <sub>acs</sub>	0,02	EP <sub>acs</sub> -lim	0,00
Climatizzazione estiva (non calcolato)	EP <sub>est</sub>	-	EP <sub>est</sub> -lim	-
Illuminazione (non calcolato)	EP <sub>ill</sub>	-	EP <sub>ill</sub> -lim	-

## EVENTUALI INTERVENTI MIGLIORATIVI DEL SISTEMA EDIFICIO/IMPIANTI

TIPO INTERVENTI	STIMA TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO	ENERGIA PRIMARIA RISPARMIATA	EMISSIONI CO <sub>2</sub> RISPARMIATE

## TECNICI PREPOSTI

Certificatore n. ,

Timbro e Firma<sup>(2)</sup>

## SOGGETTO CERTIFICATORE

Certificatore n. ,

Timbro e Firma<sup>(1)</sup>

(1) Anche ai sensi dell'art. 481 del C.P., la firma da parte del Soggetto Certificatore è apposta per:

- conformità del presente attestato alle disposizioni di cui agli Allegati 6,7,8 e 9 della D.A.L. 156/2008
- asseverazione dei dati di propria competenza riportati nel presente attestato
- dichiarazione della esistenza delle condizioni di indipendenza e imparzialità di giudizio ai sensi del punto 7.4 della D.A.L. 156/2008

(2) Anche ai sensi dell'art. 481 del C.P., la firma da parte dei soggetti preposti alla determinazione della prestazione energetica è apposta per:

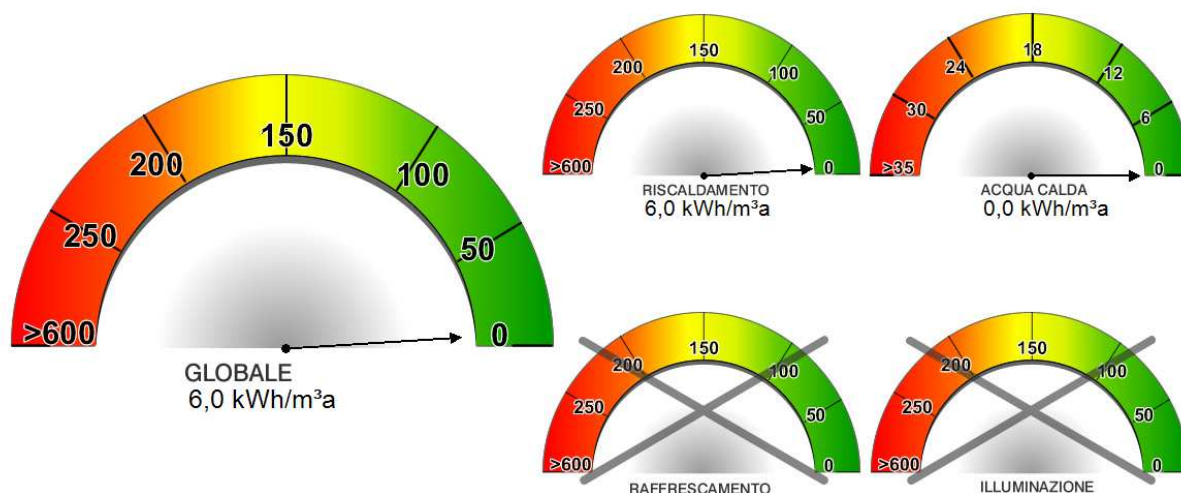
Scuola3\_con tubi.cerx

-, ()

Tel: Fax: EMail:

- asseverazione dei dati di propria competenza riportati nel presente attestato
- dichiarazione della esistenza delle condizioni di indipendenza e imparzialità di giudizio ai sensi del punto 7.4 della D.A.L. 156/2008

## GRAFICO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALE E PARZIALI



### DATI DI BASE

**Metodologia di calcolo utilizzata:** Metodologia e metodo di calcolo di progetto o calcolo standard (all.8 punto 2.1 e 3.1)  
**Origine dati:** -  
**Software di calcolo utilizzato:** TERMOLOG EpiX 5 – Logical Soft - Via Garibaldi, 253 - 20832 Desio MB

#### Validazione software di calcolo

Il software in oggetto è conforme alla UNI TS 11300-1:2014, alla UNI TS 11300-2:2014, alla UNI TS-3:2010, alla UNI TS 11300-4:2012 e alla Raccomandazione CTI 14:2013. La conformità di TERMOLOG EpiX 5 alla procedura di calcolo è resa in forma di autodichiarazione di conformità del software num. prot. 51 del 03/10/2014 ai sensi del D.P.R. n. 59 del 02/04/2009 e del D.Lgs. 115/2008 comma 1, allegato III, punto 4.

### CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEL SISTEMA EDIFICIO/IMPIANTI

**Tipologia edilizia:** -  
**Impianti alimentati da FER:** impianto solare termico per ACS, impianto solare fotovoltaico, pompa di calore  
**Caratteristiche involucro edilizio:**  
**Trasmittanza media pareti opache:** 0,30 W/m²K/ media: 0,17 W/m²K **Trasmittanza media copertura:** 0,16 W/m²K/ media: 0,16 W/m²K  
**Trasmittanza media basamento:** 0,16 W/m²K / media: 0,16 W/m²K **Trasmittanza media infissi:** 0,82 W/m²K/ media: 1,14 W/m²K  
**Sistema di controllo e regolazione (BACS):**  
**Caratteristiche del sistema di climatizzazione invernale:** Pompa di calore (vettore energetico: Energia elettrica)  
**Caratteristiche del sistema di climatizzazione estiva:**  
**Caratteristiche impianti ACS:** Pompa di calore (vettore energetico: Energia elettrica)  
**Altri dispositivi e usi energetici:**  
**Caratteristiche impianto illuminazione:**

### FABBISOGNI SPECIFICI DI ENERGIA

**Fabbisogno energia termica utile dell'involucro edilizio (regime invernale):** 236.179,6 kWh/anno  
**Fabbisogno energia termica utile dell'involucro edilizio (regime estivo):** 92.932,0 kWh/anno  
**Classe di prestazione involucro edilizio nel periodo estivo** 5,57 kWh/m²anno  
**Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili:** 214.483,93 kWh/anno  
**Fabbisogno energia termica utile per la produzione di ACS:** 809,0 kWh/anno  
**Fabbisogno energia elettrica per l'illuminazione:**

### SOGGETTO CERTIFICATORE

Certificatore n. ,  
 Timbro e Firma(1)

(1) Anche ai sensi dell'art. 481 del C.P., la firma da parte del Soggetto Certificatore è apposta per:

- conformità del presente attestato alle disposizioni di cui agli Allegati 6,7,8 e 9 della D.A.L. 156/2008
- asseverazione dei dati di propria competenza riportati nel presente attestato
- dichiarazione della esistenza delle condizioni di indipendenza e imparzialità di giudizio ai sensi del punto 7.4 della D.A.L. 156/2008

## ANNOTAZIONI

### DESCRIZIONE DEL PROGETTO E CARATTERISTICHE

**Tipo di intervento:** Edifici di nuova costruzione  
**Titolo abilitativo:** n. del 15/12/2014  
**Progetto architettonico:**  
**Progetto impianti meccanici:**  
**Direttore dei lavori:**  
**Costruttore:**

### SOGGETTO CERTIFICATORE

Certificatore n. ,  
Timbro e Firma<sup>(1)</sup>

(1) Anche ai sensi dell'art. 481 del C.P., la firma da parte del Soggetto Certificatore è apposta per:  
- conformità del presente attestato alle disposizioni di cui agli Allegati 6,7,8 e 9 della D.A.L. 156/2008  
- asseverazione dei dati di propria competenza riportati nel presente attestato  
- dichiarazione della esistenza delle condizioni di indipendenza e imparzialità di giudizio ai sensi del punto 7.4 della D.A.L. 156/2008

## DATI PER LA COMPILAZIONE ON-LINE

### Certificato energetico

Rilascio del certificato a seguito di intervento edilizio?	Sì, nuove costruzioni (art. 3.1 lett. a)
Rilasciato il:	15/12/2014
Valido fino a:	15/12/2024
Data ultima modifica:	05/03/2015

### 1 Dati identificativi dell'immobile o dell'unità immobiliare (riferimenti catastali) e del proprietario

Comune:	Rimini
Provincia:	RN
Indirizzo e numero civico:	
Proprietario/Ragione sociale:	
Destinazione d'uso:	E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
Piano:	1
Dati catastali, foglio:	
Dati catastali, particella o mappale:	
Dati catastali, subalterno:	
Anno di costruzione (presunto):	2014
Attestato di certificazione riferito a:	Singola unità immobiliare

### 2 Dotazione impiantistica

Impianto termico per la climatizzazione invernale:	Sì
Impianto termico per la climatizzazione estiva:	No
Impianto termico per la produzione di ACS:	Sì
Impianto di illuminazione artificiale (escluso E.1, E.6, E.8):	No

### 3 Dati generali

Zona climatica:	E
Gradi giorno:	2139
Volume lordo riscaldato:	16.693,7 m <sup>3</sup>
Superficie utile energetica:	4.608,5 m <sup>2</sup>
Superficie disperdente:	6.890,3 m <sup>2</sup>
Rapporto S/V:	0,41 m <sup>-1</sup>
Tipologia impianto produzione di ACS:	Impianto termico MISTO per la climatizzazione e la produzione di ACS

### 4 Dati di base e determinazione della prestazione energetica

Metodologia di calcolo utilizzata:	Metodologia e metodo di calcolo di progetto o calcolo standard (all.8 punto 2.1 e 3.1)
Origine dei dati di base utilizzati per il calcolo dell'indice EP:	-
Software di calcolo utilizzato:	TERMOLOG EpiX 5
Data di validazione del software:	27/01/2010 e 26/7/2012
Numero di validazione CTI/rilasciata da:	Certificati n. 009 e n. 028 rilasciati da CTI e autodichiarazione del 03/10/2014

### 5 Indici specifici di prestazione energetica (Energia Primaria)

Climatizzazione invernale, EP <sub>inv</sub> :	6,01 kWh/m <sup>3</sup> anno
Climatizzazione invernale, EP <sub>inv,lim</sub> :	13,72 kWh/m <sup>3</sup> anno
Produzione acqua calda sanitaria, EP <sub>acs</sub> :	0,02 kWh/m <sup>3</sup> anno
Produzione acqua calda sanitaria, EP <sub>acs,lim</sub> :	0,00 kWh/m <sup>3</sup> anno
Climatizzazione estiva, EP <sub>est</sub> :	0,00 kWh/m <sup>3</sup> anno
Climatizzazione estiva, EP <sub>est,lim</sub> :	- kWh/m <sup>3</sup> anno
Illuminazione, EP <sub>ill</sub> :	0,00 kWh/m <sup>3</sup> anno
Illuminazione, EP <sub>ill,lim</sub> :	- kWh/m <sup>3</sup> anno
Prestazione globale, EP <sub>tot</sub> :	6,03 kWh/m <sup>3</sup> anno
Prestazione globale, EP <sub>tot,lim</sub> :	13,72 kWh/m <sup>3</sup> anno

### 7 Caratteristiche energetiche

Fabbisogno energia termica utile per la climatizzazione invernale (riscaldamento):	236.179,6 kWh/anno
Fabbisogno energia termica utile per la climatizzazione estiva (raffrescamento):	92.932,0 kWh/anno
Indice di prestazione energetica dell'involucro edilizio in regime estivo (E <sub>pe,inv</sub> ):	5,57 kWh/m <sup>2</sup> anno
Quantità di energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili:	214.483,93 kWh/anno
Fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione:	0,00 kWh/anno
Fabbisogno di energia termica utile per la produzione di ACS:	809,0 kWh/anno

**8 Impianti alimentati da FER****Solare termico**

Descrizione impianto:	-	Area captante installata:	- m <sup>2</sup>
Energia:	- kWh/anno		

**Solare fotovoltaico**

Descrizione impianto	0	Potenza di picco installata:	145,47 kW
Energia:	108.461,20 kWh/anno		

**Biomasse**

Descrizione impianto:	-	Potenza generatore:	- kW
Energia totale fornita:	- kWh/anno	Energia:	- kWh/anno

**Pompa di calore**

Tipo di sorgente:	Solo riscaldamento	Alimentazione:	Elettrica
Potenza installata:	0,00 kW	Indice efficienza COP:	0,00
Energia:	137.945,35 kWh/anno		

**Cogenerazione**

Alimentazione:	-	Tipologia di motore:	-
Potenza elettrica installata :	- kWhe	Potenza termica installata:	- kWht
Indice di risparmio (IRE):	-	Energia:	- kWh/anno

**Teleriscaldamento**

Alimentazione:	-	Descrizione:	-
Potenza sottostazione:	- kW	Rendimento rete (da Gestore):	-
Energia:	- kWh/anno		

**9 Caratteristiche specifiche del sistema Edificio/impianti**

Tipologia edilizia	-
--------------------	---

**Caratteristiche involucro edilizio**

Caratteristiche costruttive:	-			
Chiusure verticali opache:	-	Trasmittanza U:	0,30 W/m <sup>2</sup> K	Valore medio: 0,17 W/m <sup>2</sup> K
Chiusure di copertura opache:	-	Trasmittanza U:	0,16 W/m <sup>2</sup> K	Valore medio: 0,16 W/m <sup>2</sup> K
Chiusure di basamento:	-	Trasmittanza U:	0,16 W/m <sup>2</sup> K	Valore medio: 0,16 W/m <sup>2</sup> K
Chiusure di trasparenti:	-	Trasmittanza U:	0,82 W/m <sup>2</sup> K	Valore medio: 1,14 W/m <sup>2</sup> K

**Caratteristiche sistema Edificio/impianti (Invernale)**

Sistema di generazione:	Pompa di calore
Alimentato con fonte/vettore energetico:	Energia elettrica
Potenza:	67,00 kW
Rendimento o COP:	5,15
Sistema di distribuzione:	-
Sistema di regolazione:	Termostato di zona
Sistema di emissione:	Pannelli radianti

**Caratteristiche sistema Edificio/impianti (Estivo)**

Sistema di generazione:	-
Fonte/vettore energetico:	-
Potenza :	-
EER:	-
Sistema di distribuzione:	-
Sistema di regolazione:	-
Sistema di emissione:	-

**Caratteristiche impianto ACS**

Sistema di generazione:	Pompa di calore
Fonte/vettore energetico:	Energia elettrica
Potenza:	67,00 kW
Rendimento o COP:	5,15
Altri dispositivi e usi energetici:	

**Caratteristiche impianto di illuminazione**

-

**10 Dati intervento edilizio****Riferimento caratteristiche intervento edilizio**

Tipo di intervento: Attività libera

**Dati identificativi dei progettisti**

Progetto architettonico:

Progetto impianti meccanici:

Direttore dei lavori:

Costruttore/Impresa esecutrice:

**11 Interventi migliorativi dell'efficienza energetica**

Tipo di intervento migliorativo: -

Emissione CO2 risparmiata: - kg/anno

Stima ritorno investimento: - anni

Energia primaria risparmiata: - kWh/m<sup>2</sup>/anno

## DATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO

### Dati riguardanti le caratteristiche tipologiche dell'edificio

Durata in giorni del periodo di riscaldamento	183 giorni
Durata in giorni del periodo di raffrescamento	116 giorni
Posizione edificio	Edificio situato al di fuori del centro storico
Volume netto riscaldato	13.825,4 m <sup>3</sup>

### Dati riguardanti le caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio

Capacità termica interna per unità di superficie di involucro	31,5 kJ / (m <sup>2</sup> K)
Superficie di involucro richiesta per il calcolo della capacità termica interna totale	5.825,4 m <sup>2</sup>

### Chiusure opache

I dati relativi alle chiusure opache sono ricavabili dalle schede tecniche, consultabili nel menù Stampa, Dettagli strutture

### Chiusure finestrate

I dati relativi alle chiusure opache sono ricavabili dalle schede tecniche, consultabili nel menù Stampa, Dettagli strutture

### Dati climatici

Mese	Temperatura esterna [°C]	Irradiazione orizzontale diretta + diffusa [MJ/m <sup>2</sup> ]	Irradiazione verticale SUD [MJ/m <sup>2</sup> ]	Irradiazione verticale SO - SE [MJ/m <sup>2</sup> ]	Irradiazione verticale E - O [MJ/m <sup>2</sup> ]	Irradiazione verticale NE - NO [MJ/m <sup>2</sup> ]	Irradiazione verticale NORD [MJ/m <sup>2</sup> ]
gennaio	3,09999990463257	4,59999990463257	7,5	6	3,59999990463257	1,89999997615814	1,70000004768372
febbraio	4,90000009536743	7,79999971389771	10,3999996185303	8,69999980926514	5,90000009536743	3,20000004768372	2,59999990463257
marzo	8,5	12,6999998092651	12,1999998092651	11,6000003814697	9,19999980926514	5,59999990463257	3,79999995231628
aprile	12,3999996185303	16,8999996185303	10,8999996185303	12,1000003814697	11,5	8,30000019073486	5,5
maggio	16,5	21,7000002861023	10,3999996185303	13,1000003814697	14,3000001907349	11,3999996185303	8
giugno	20,7999992370605	24,199999332428	10,1000003814697	13,3000001907349	15,6000003814697	13,1000003814697	9,80000019073486
luglio	23,3999996185303	25,7000007629395	11	14,6999998092651	16,7999992370605	13,6000003814697	9,39999961853027
agosto	22,7000007629395	21,9000000953674	12,3000001907349	14,8000001907349	14,8999996185303	10,8000001907349	6,59999990463257
settembre	19,8999996185303	16,1999998092651	13,6000003814697	13,8000001907349	11,6999998092651	7,19999980926514	4,30000019073486
ottobre	15	10,3000001907349	13	11,1999998092651	7,90000009536743	4,19999980926514	3
novembre	9,60000038146973	5,70000004768372	9,19999980926514	7,40000009536743	4,5	2,20000004768372	2
dicembre	5,30000019073486	4,10000002384186	7,09999990463257	5,59999990463257	3,20000004768372	1,60000002384186	1,5

### Dotazione impiantistica

Fabbisogno globale di energia primaria per la produzione di ACS:	286 kWh/anno
Rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento:	2,352
Rendimento medio stagionale dell'impianto di produzione di ACS:	2,831
Rendimento globale medio stagionale (nel caso di impianto misto):	2,354

Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio: sub-sezione "impianto"

Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio: sub-sezione "edificio"

Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio: sub-sezione "sistema edificio-impianto"



AQE (attestato di qualificazione energetica)



# ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA

Rilasciato il: 15/12/2014

## DATI GENERALI DELL'IMMOBILE E DELLA LOCALITA'

Comune: Rimini (RN)

Indirizzo:

Destinazione d'uso: E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Dati catastali

Foglio:

Subalterno:

Zona climatica:

Temperatura minima invernale di progetto: 20,00 °C

Temperatura massima estiva di progetto: 26,00 °C

Umidità relativa estiva: - %

Volume lordo riscaldato: 16.693,7 m³

Superficie disperdente: 6.890,3 m²

Particella:

Piano – Interno:

1

Gradi giorno: 2139

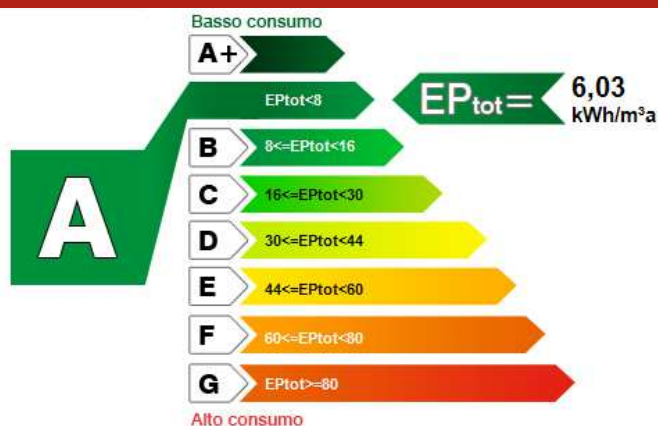
Umidità relativa invernale: - %

Irradianza solare massima estiva: 297,45 W/m²

Superficie utile riscaldata: 4.608,5 m²

Rapporto S/V: 0,41

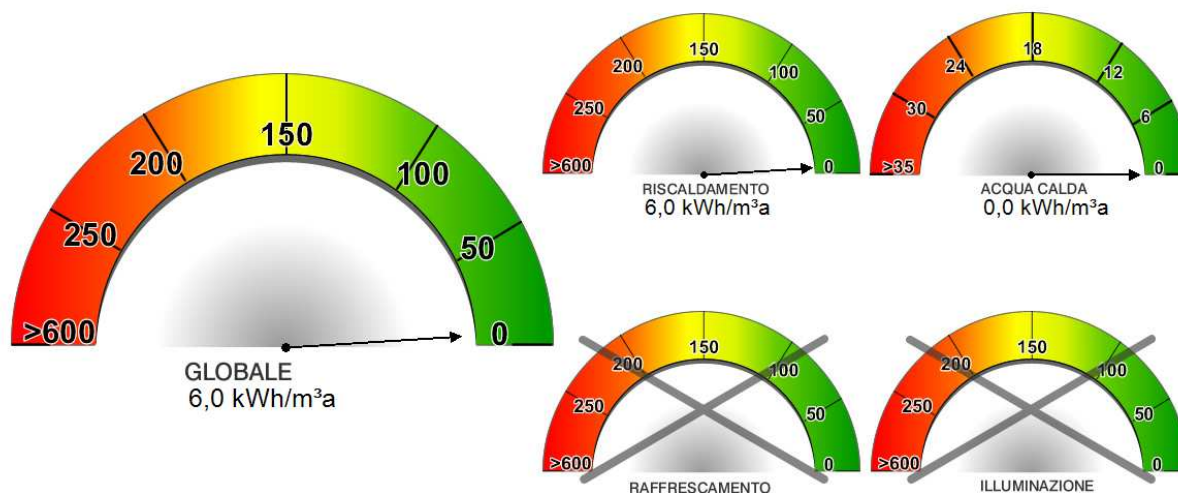
## CLASSE ENERGETICA



## INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

INDICE	VALORE	kWh/m³anno	LIMITE	kWh/m³anno
Totale ( $EP_{inv} + EP_{est} + EP_{acs} + EP_{ill}$ )	$EP_{tot}$	6,03	$EP_{tot-lim}$	13,72
Climatizzazione invernale	$EP_{inv}$	6,01	$EP_{inv-lim}$	13,72
Produzione acqua calda sanitaria	$EP_{acs}$	0,02	$EP_{acs-lim}$	0,00
Climatizzazione estiva (non calcolato)	$EP_{est}$	-	$EP_{est-lim}$	-
Illuminazione (non calcolato)	$EP_{ill}$	-	$EP_{ill-lim}$	-

## GRAFICO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALE E PARZIALI



## EVENTUALI INTERVENTI MIGLIORATIVI DEL SISTEMA EDIFICIO/IMPIANTI

TIPO INTERVENTI	STIMA TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO	ENERGIA PRIMARIA RISPARMIATA	EMISSIONI CO <sub>2</sub> RISPARMIATA

### DATI DI BASE

**Metodologia di calcolo utilizzata:** Metodologia e metodo di calcolo di progetto o calcolo standard (all.8 punto 2.1 e 3.1)

**Origine dati:** -

**Software di calcolo utilizzato:** TERMOLOG EpiX 3 – Logical Soft s.r.l.

#### Validazione software di calcolo

Il software in oggetto è conforme alla UNI TS 11300-1:2014, alla UNI TS 11300-2:2014, alla UNI TS-3:2010, alla UNI TS 11300-4:2012 e alla Raccomandazione CTI 14:2013. La conformità di TERMOLOG EpiX 5 alla procedura di calcolo è resa in forma di autodichiarazione di conformità del software num. prot. 51 del 03/10/2014 ai sensi del D.P.R. n. 59 del 02/04/2009 e del D.Lgs. 115/2008 comma 1, allegato III, punto 4.

### CARATTERISTICHE SPECIFICHE DELL'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO

#### Caratteristiche dell'involucro edilizio in regime invernale

Strutture verticali opache	Trasmittanza U (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U' (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U <sub>limite</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Verifica
Portoncino esterno	0,815	0,815	-	-
Parete esterna	0,157	0,157	-	-

Strutture orizzontali opache di pavimento	Trasmittanza U (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U' (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U <sub>limite</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Verifica
pavimento	0,156	0,156	-	-

Strutture orizzontali opache di copertura	Trasmittanza U (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U' (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U <sub>limite</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Verifica
Copertura	0,156	0,156	-	-

Partizioni interne verticali ed orizzontali	Trasmittanza U (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U' (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U <sub>limite</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Verifica
Assenti				

Strutture verso terreno	Trasmittanza U (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U <sub>limite</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Verifica
Assenti			

Serramenti	Trasmittanza U (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U <sub>limite</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Verifica
bucio	1,409	-	-

Vetri	Trasmittanza U (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza U <sub>limite</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Verifica
Vetro doppio 4-12-4 (Aria)	2,849	-	-

Ponti termici	Trasmittanza lineica $\psi_i$ (W/mK)	Trasmittanza lineica $\psi_{oi}$ (W/mK)	Trasmittanza lineica $\psi_e$ (W/mK)
Parete con serramento SER.013	0,242	0,242	0,242

#### Caratteristiche dell'involucro edilizio in regime estivo

Strutture verticali opache	Massa (kg/m <sup>2</sup> )	Massa <sub>lim</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	Trasmittanza termica periodica $\gamma_{ie}$ (W / m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza termica periodica $\gamma_{ie,lim}$ (W / m <sup>2</sup> K)	Verifica
parete portante interna	-	-	-	-	NO
parete non portante interna	-	-	-	-	NO

Strutture orizzontali o inclinate opache	Trasmittanza termica periodica $\gamma_{ie}$ (W / m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza termica periodica $\gamma_{ie,lim}$ (W / m <sup>2</sup> K)	Verifica
Copertura - SFASAMENTO NON CALCOLATO	-	-	-

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE

Descrizione dell'ambiente	Ricambio d'aria effettivo	Portata d'aria ricambiata dall'impianto di ventil. meccanica (m <sup>3</sup> / h)	Portata d'aria circolante attraverso apparecchi di recupero del calore (m <sup>3</sup> / h)	Rendimento termico degli apparecchi di recupero del calore (%)

## CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI

### CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

<b>Caratteristiche del sistema di generazione:</b>	Pompa di calore (vettore energetico: Energia elettrica)
<b>Sistema di emissione:</b>	Pannelli radianti, rendimento $\eta_e$ 98,9 %
<b>Sistema di regolazione:</b>	Termostato di zona, rendimento $\eta_{rg}$ 93,0 %
<b>Sistema di distribuzione:</b>	-, rendimento $\eta_d$ 99,0 %
<b>Rendimento di generazione <math>\eta_{gn}</math>:</b>	156,8 %
<b>Rendimento medio globale stagionale <math>\eta_g</math>:</b>	235,2 %
<b>Rendimento medio globale stagionale limite <math>\eta_{g,lim}</math>:</b>	84,0 % – Verificato

### CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

<b>Caratteristiche del sistema di generazione:</b>	-
<b>Rendimento globale stagionale:</b>	-

### IMPIANTO PRODUZIONE ACS

<b>Caratteristiche impianti ACS:</b>	Pompa di calore (vettore energetico: Energia elettrica)
<b>Rendimento di erogazione <math>\eta_{er,W}</math>:</b>	95 %
<b>Rendimento di distribuzione <math>\eta_{d,W}</math>:</b>	89,3 %
<b>Rendimento di generazione <math>\eta_{gn,W}</math>:</b>	201,6 %
<b>Rendimento medio globale stagionale <math>\eta_{g,W}</math>:</b>	283,1 %

### Altri dispositivi e usi energetici:

<b>Caratteristiche impianto illuminazione:</b>	-
<b>Sistema di controllo e regolazione (BACS):</b>	

## CARATTERISTICHE DEI SISTEMI A FONTE RINNOVABILE

### Solare termico

Descrizione impianto:	-	Area captante installata:	- m <sup>2</sup>
Energia rinnovabile prodotta:	- kWh/anno		

### Solare fotovoltaico

Descrizione impianto	0	Potenza di picco installata:	145,47 kW
Energia:	108.461,20 kWh/anno		

### Biomasse

Descrizione impianto:	-	Potenza generatore:	- kW
Energia totale fornita:	- kWh/anno	Energia rinnovabile prodotta:	- kWh/anno

### Pompa di calore

Tipo di sorgente:	Solo riscaldamento	Alimentazione:	Elettrica
Potenza installata:	0,00 kW	Indice efficienza COP:	0,00
Energia rinnovabile prodotta:	137.945,35 kWh/anno		

### Cogenerazione

Alimentazione:	-	Tipologia di motore:	-
Potenza elettrica installata :	- kWhe	Potenza termica installata:	- kWht
Indice di risparmio (IRE):	-	Energia rinnovabile prodotta:	- kWh/anno

### Teleriscaldamento

Alimentazione:	-	Descrizione:	-
Potenza sottostazione:	- kW	Rendimento rete (da Gestore):	-
Energia rinnovabile prodotta:	- kWh/anno		

## FABBISOGNI SPECIFICI DI ENERGIA

Fabbisogno energia termica utile dell'involucro edilizio (regime invernale):	236.179,6 kWh/anno
Fabbisogno energia primaria (regime invernale):	100.410 kWh/anno
Fabbisogno energia termica utile dell'involucro edilizio (regime estivo):	92.932,0 kWh/anno
Fabbisogno energia primaria (regime estivo):	-
Fabbisogno energia termica utile per la produzione di ACS:	809,0 kWh/anno
Fabbisogno energia primaria per la produzione di ACS:	286 kWh/anno
Indice di prestazione involucro edilizio nel periodo estivo e classe prestazionale	5,57 kWh/m²anno - classe III
Valore limite prestazione involucro edilizio nel periodo estivo e verifica prestazionale	10,00 kWh/m³anno – Verificato
Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili:	214.483,93 kWh/anno
Copertura da fonti energetiche rinnovabili dei consumi per produzione ACS	82,9 %
Copertura da fonti energetiche rinnovabili dei consumi per produzione ACS, riscaldamento e raffrescamento	68,1 %
Fabbisogno energia elettrica per l'illuminazione:	-

## ANNOTAZIONI

## DESCRIZIONE DEL PROGETTO E CARATTERISTICHE

Tipo di intervento:	Edifici di nuova costruzione
Titolo abilitativo:	n. del 15/12/2014
Proprietario:	
Progetto architettonico:	
Progetto impianti energetici:	
Direttore dei lavori:	
Costruttore:	

## TECNICO ABILITATO

Nome e Cognome/ Denominazione:	
Iscrizione albo professionale:	n°
Indirizzo:	
Telefono:	e-mail:
Ruolo rispetto all'edificio:	

## DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto , iscritto a , n° , essendo a conoscenza delle sanzioni previste dalla normativa nazionale e regionale,

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nella D.A.L. n. 156/08 e successive integrazioni e modificazioni, in relazione all'ambito di intervento;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.
- c) il Soggetto Certificatore incaricato ai sensi della D.A.L. 156/08 e s.m.i. è:

Data asseverazione del tecnico abilitato

Firma del tecnico abilitato

Li \_\_\_\_\_ il \_\_\_\_\_

Data asseverazione del direttore lavori

Firma del direttore lavori

Li \_\_\_\_\_ il \_\_\_\_\_

Schede tecniche





## Indice delle figure

- Fig, 1 – Esterno “Quando lo spazio insegna, Indire
- Fig, 2 – Atrio centrale “Quando lo spazio insegna, Indire
- Fig, 3 – Pianta piano terra “Quando lo spazio insegna, Indire
- Fig, 4 – Mensa “Quando lo spazio insegna, Indire
- Fig, 5 – Vista del quartiere di Outhavens “Quando lo spazio insegna”, Indire
- Fig, 6 – Corte interna “Quando lo spazio insegna”, Indire
- Fig.7 – Palcoscenico “Quando lo spazio insegna”, Indire
- Fig.8 – Aule “Quando lo spazio insegna”, Indire
- Fig.9 – Esterno “Quando lo spazio insegna”, Indire
- Fig.10 – Pianta piano terra “Quando lo spazio insegna”, Indire
- Fig.11 – Schema dei 5 ambienti “Quando lo spazio insegna”, Indire
- Fig.12 – Area di ritrovo “Quando lo spazio insegna”, Indire
- Fig.13 – Aula “Quando lo spazio insegna”, Indire
- Fig.14– Atrio centrale da “The Best School in the World”, pag 14
- Fig.15 – Esterno da “The Best School in the World”, pag 15
- Fig.16 – Aula da “The Best School in the World”, pag 15
- Fig.17– Dati relative all’anno di realizzazione da “Ecosistema scuola, XV rapporto di Legambiente”, pag 13
- Fig.18– Dati relative all’efficienza e la sicurezza da “Ecosistema scuola, XV rapporto di Legambiente”, pag 14
- Fig.19– Dati relative ai servizi da “Ecosistema scuola, XV rapporto di Legambiente”, pag 19

Fig.20– Dati relative alle energie rinnovabili da “Ecosistema scuola, XV rapporto di Legambiente”, pag 20

Fig.21– Tabella relativa alle distanze e alle dimensioni dell'edificio dal D.M. 18/12/1975

Fig.22– Tabella relativa al dimensionamento degli spazi didattivi dal D.M. 18/12/1975

Fig.23,24 – Tabelle relative al dimensionamento degli spazi collettivi dal D.M. 18/12/1975

Fig.25 – Tabella relativa al dimensionamento degli spazi di servizio dal D.M. 18/12/1975

Fig.26 – Tabella relativa al dimensionamento degli spazi dal le Linee Guida Miur

Fig.27 – Inquadramento delle scuole analizzate nelle 3 province

Fig.28 – Questionario utilizzato per la schedatura di ogni intervento

Fig.29– Grafico relativo ai nuovi interventi

Fig.30– Grafico relativo agli ampliamenti

Fig.31– Grafico relativo alla modalità di scelta del contraente

Fig.32– Grafico relativo alle dotazioni nella scuola dell'infanzia

Fig.33– Grafico relativo alle certificazioni

Fig.34– Grafico relativo all'impianto di climatizzazione invernale

Fig.35– Grafico relativo alla rete informatica

Fig.36 – Inquadramento del lotto nel contesto urbano

Fig.37 – Tabelle sulla valutazione delle offerte

Fig.38 – Superfici del progetto preliminare

Fig.39 – Inquadramento del lotto nel quartiere

Fig.40 – Suddivisione del lotto in due ambiti

Fig.41 – Schema del collegamento ciclopedonale e del parcheggio

Fig.42 – Schema dell'integrazione delle barriere acustiche

Fig.43 – Schema della distribuzione per fasce funzionali

Fig.44 – Tabella relativa al dimensionamento degli spazi

Fig.45 – Vista dell'atrio al piano terra con lo spazio centrale ribassato

Fig.46 – Vista dell'atrio al piano primo

Fig.47 – Schema della distribuzione degli spazi comuni sull'asse trasversale

Fig.48 – Schema del controllo dell'aula

Fig.49 – Schema della relazione tra le aule e lo spazio comune

Fig.50 – Pianta piano terra, Scuola Montessori a Delft, 1960-1981

Fig.51 – Pianta schematica di un aula a L, Scuola Montessori a Delft, 1960-1981

Fig.52 – Schema a chiocciola con i diversi ambienti dell'aula

Fig.53 – Spirale degli spazi dall'atrio all'aula

Fig.54 – Griglia ordinatrice del progetto

Fig.55 – Pianta piano terra e esterno

Fig.56 – Possibili configurazioni delle aule

Fig.57 – Possibili configurazioni dei laboratori

Fig.58 – Adattabilità dei laboratori

Fig.59 – Attacco a terra e rappresentazione degli spazi esterni

Fig.60 – Studio dei livelli di illuminamento e di FLD delle aule

Fig.61 – Studio dei livelli di illuminamento e di FLD dei laboratori

Fig.62 – Studio dei livelli di illuminamento e di FLD del connettivo nel piano terra

Fig.63 – Studio dei livelli di illuminamento e di FLD del connettivo nel piano primo

Fig.64 – Genesi della forma delle colonne di luce

Fig.65 – Raccolta dell'acqua piovana

Fig.66 – Permeabilità visiva

Fig.67– Ventilazione naturale

Fig.68 – Funzione strutturale

Fig.69 – Vista del connettivo al piano terra

Fig.70 – Vista del connettivo al piano primo

Fig.71 – Spaccato assonometrico di un tubo

Fig.72– Pianta della copertura

Fig.73 – Particolare nodo B

Fig.74 – Vista esterno

Fig.75 – Particolare nodo A

Fig.76 – Vista esterno

Fig.77 – Vista copertura

Fig.78 – Vista esterno

Fig.79 – Pannello di legno XLAM

Fig.80 – Schema funzionamento impianto

Fig.81 – Stratigrafia chiusura orizzontale interna

Fig.82 – Stratigrafia chiusura orizzontale superiore

Fig.83 – Stratigrafia chiusura verticale esterna

Fig.84 – Stratigrafia chiusura verticale interna

Fig.85 – Stratigrafia chiusura verticale interna 2

Fig.86 – Indici di prestazione energetica

Fig.87 – Attestate di prestazione energetica

## **Indice degli elaborati**

1. Localizzazione
2. Bando di gara
3. Criticità e strategie
4. Articolazione planimetrica e inserimento nel lotto
5. Distribuzione spazi interni
6. Atrio e connettivo
7. Tubi di luce
8. Aule
9. Laboratori
- 10.11. Percorso nel verde
- 12.13. Copertura



LOCALIZZAZIONE



RIMINI

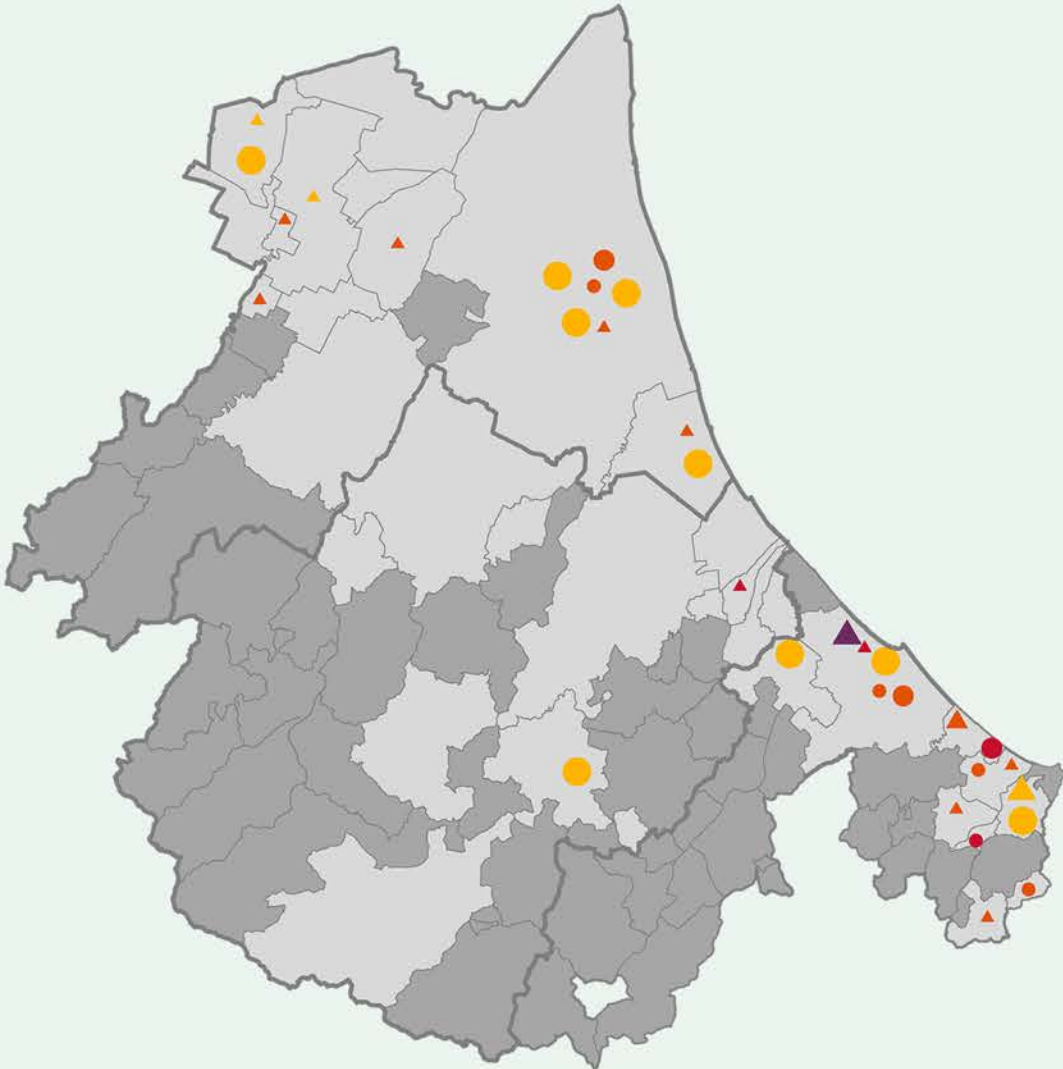
Superficie	134,52 Km
Altitudine	5 m sl. m
Latitudine	44° 03' 00"
Longitudine	12° 34' 00"
Abitanti	146.856
Densità demografica	1.091,7 ab/km
Zona climatica	E
Gradi giorno	2.139
Classificazione sismica	2 (pericolosità media)

DATI CLIMATICI

	T aria media (C°)	Direzione dominante dei venti
Gennaio	6	▲
Febbraio	7	▲
Marzo	12	▲
Aprile	15	▲
Maggio	20	▲
Giugno	25	▲
Luglio	27	▲
Agosto	27	▲
Settembre	22	▲
Ottobre	17	▲
Novembre	12	▲
Dicembre	7	▲







Legenda

- Comuni in cui esistono interventi
- Comuni in cui non esistono interventi
- Scuola dell'infanzia
- Scuola primaria
- Scuola secondaria di I grado
- Scuola secondaria di II grado

	Nuova costruzione	Ampliamento
Piccola		
Media		
Grande		

Interventi rilevati

Dati riferiti al periodo 2001 - 2012	Italia	FC-RA-RN attesi	FC-RA-RN rilevati	FC-RA-RN %
Popolazione scolastica media (studenti/anno)	1.250.200	47.000	47.000	100
Nuovi edifici	273	10	22	214
Produzione nuovi edifici scolastici (edifici/anno)	22,75	0,86	1,83	214
<b>Fine 100 studenti</b>	0,02	0,02	<b>0,04</b>	<b>214</b>

Il caso studio



Cronoprogramma delle fasi attive



Sviluppo di una nuova proposta progettuale

Modalità di presentazione dell'offerta

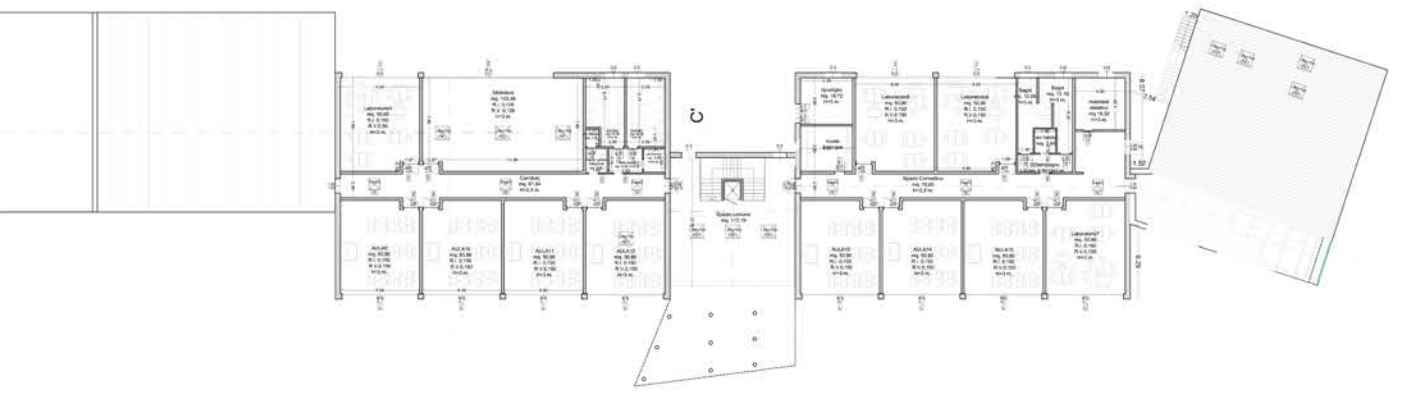
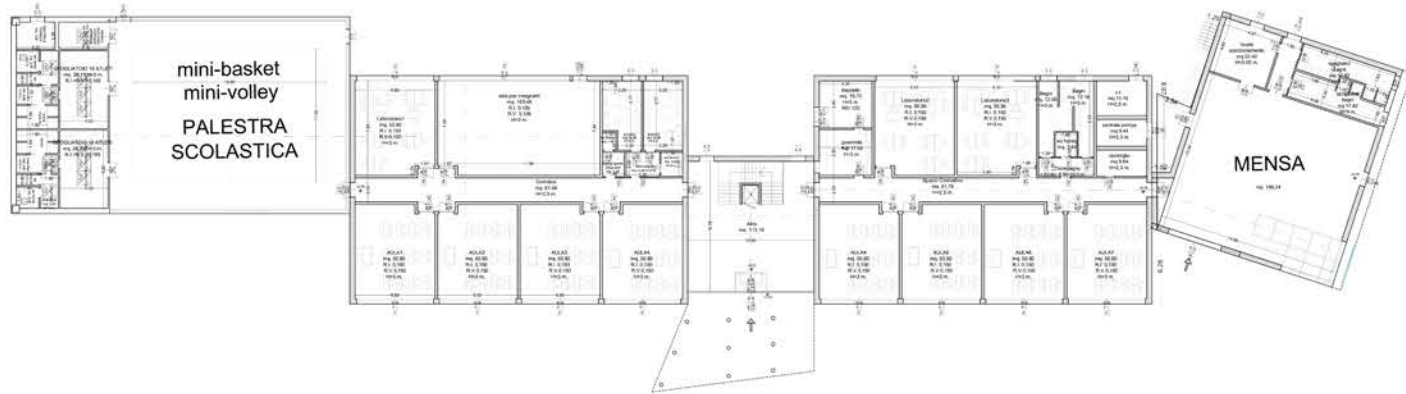
- A\_Documentazione amministrativa
- B\_Offerta tecnica
- C\_Offerta economica

B_Offerta tecnica	Punteggio max: 75
C_Offerta economica	Punteggio max: 25

B. Elementi di valutazione dell'offerta tecnica	MAX PT
B.1 Soluzioni progettuali, qualità architettonica e materiali utilizzati	75
B.2 Miglioramento dei requisiti passivi dell'edificio	21
B.3 Miglioramento delle componenti attive impiantistiche	19
B.4 Soluzioni progettuali della parte esterna	10

C. Elementi di valutazione dell'offerta economica	MAX PT
C.1 Ribasso sull'importo a base d'asta	25
C.2 Riduzione sui tempi di esecuzione	15

Il progetto preliminare



Il programma da realizzare

- 15 aule
- 7 laboratori
- Palestra
- Mensa
- Percorso ciclo pedonale di collegamento con l'area residenziale adiacente
- Parcheggi
- Area verde con piantumazioni
- Opere di mitigazione per l'abbattimento dell'inquinamento acustico

Superficie lotto: **9.500 mq**

Ampiezza minima dell'area necessaria per la costruzione di una scuola primaria di n° 15 classi (D.M 18/12/1975): **7.965 m²**

Indice di superficie netta globale per attività didattiche, collettive, complementari (D.M 18/12/1975): **3,67 m²**

Connettivo e servizi igienici (D.M 18/12/1975): **1,54 m²**

Somma indici parziali: **5,21**

Superficie netta globale minima: 5,21 x 15 (classi) x 25 (alunni)= **1.953,75 m²**

Superficie netta globale di progetto:

Piano terra (esclusa la palestra): **1.560 m²**;

Piano primo: **1.260 m²**

TOTALE: **2.820 mq** ( > 1953,75 mq)

Area destinata a verde: **6.000 mq**

Superficie di progetto Palestra e servizi palestra di tipo A2 per una scuola primaria a 15 classi: **500 mq**



CREATO CON LA VERSIONE DIDATTICA DI UN PRODOTTO AUTODESK

CREATO CON LA VERSIONE DIDATTICA DI UN PRODOTTO AUTODESK

CREATO CON LA VERSIONE DIDATTICA DI UN PRODOTTO AUTODESK



### Analisi del verde

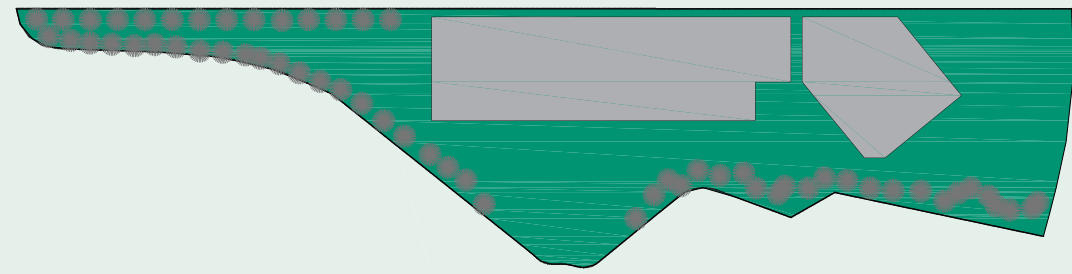
**PUNTI DI FORZA**  
Orientamento del lotto Nord - Sud

**CRITICITA'**  
Carenza di verde pubblico

STRATEGIE

## SALVAGUARDARE

Realizzazione di un percorso nel verde con spazi alberati



### Analisi della viabilità

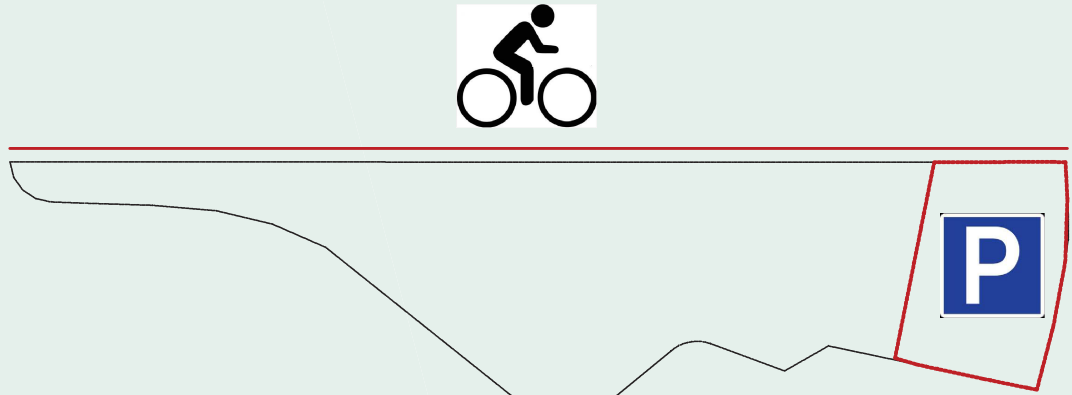
**PUNTI DI FORZA**  
Ottimo collegamento con le viabilità principali

**CRITICITA'**  
Mancanza di una pista ciclabile di collegamento

STRATEGIE

## COLLEGARE

Realizzazione di una pista ciclabile e di un parcheggio a servizio dei due edifici



### Analisi dei servizi

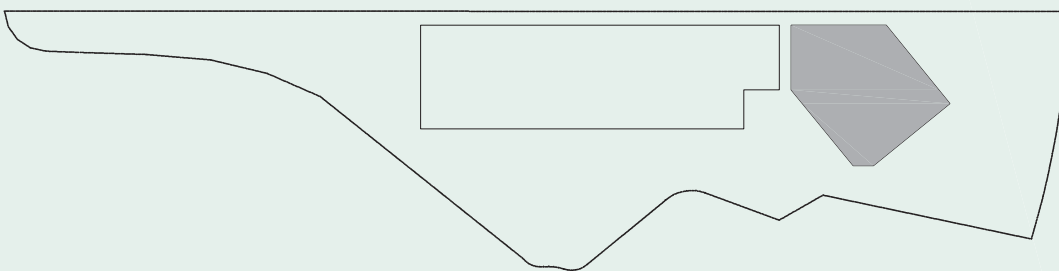
**PUNTI DI FORZA**  
Vicinanza con il centro civico

**CRITICITA'**  
Mancanza di luoghi attrattivi civici

STRATEGIE

## COMUNICARE

Realizzazione di una palestra usufruibile fuori dall'orario scolastico



### Analisi acustica

**PUNTI DI FORZA**

**CRITICITA'**  
Presenza di fonti d'inquinamento acustico

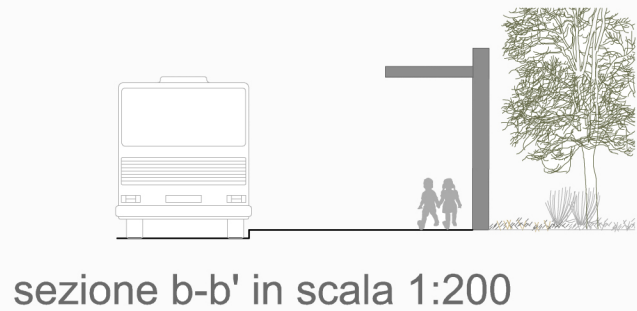
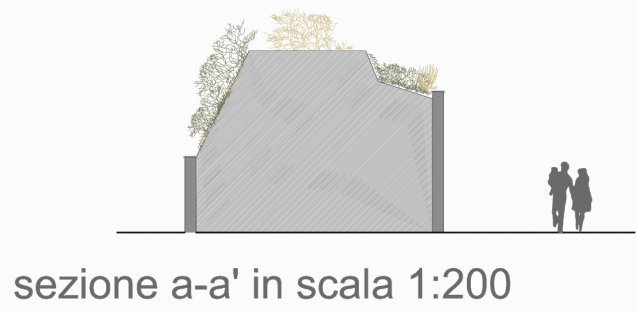
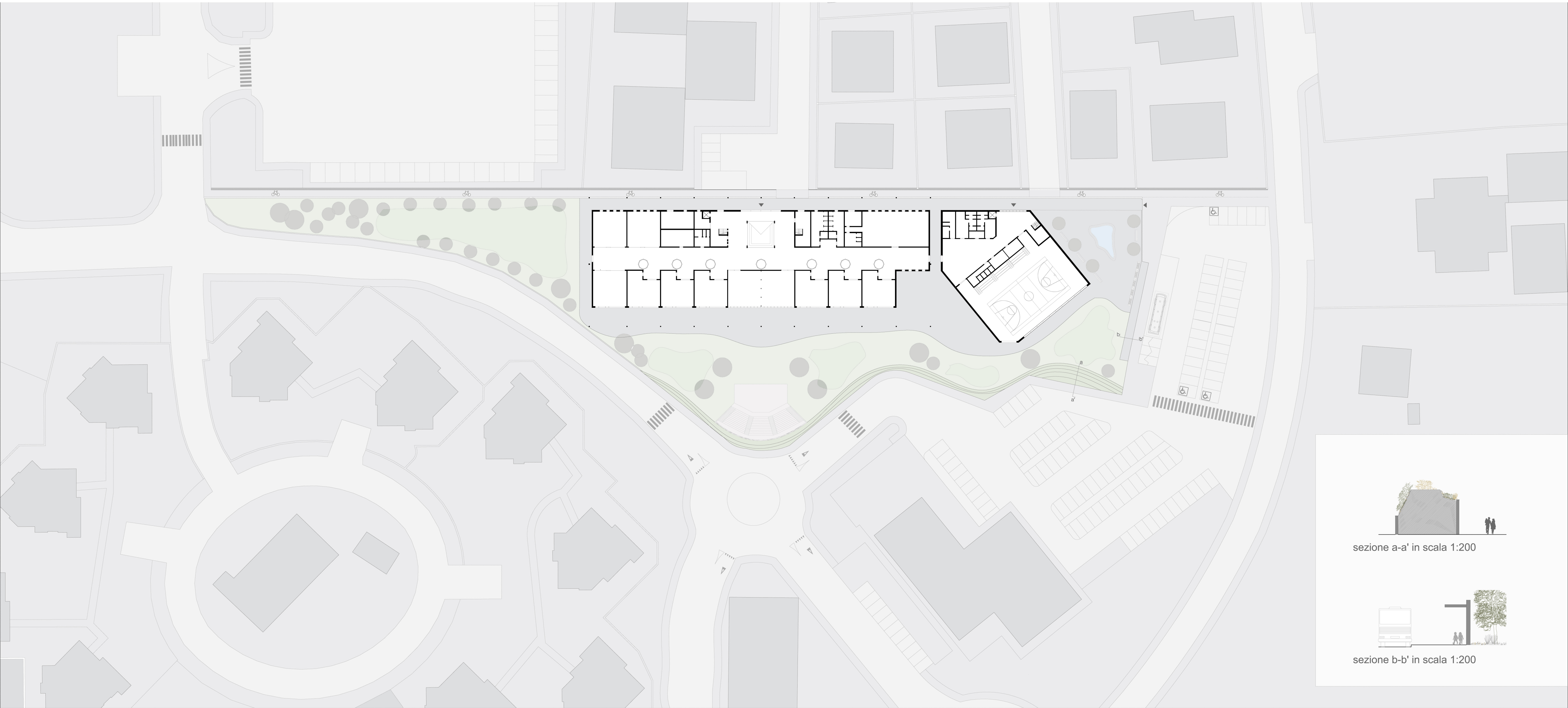
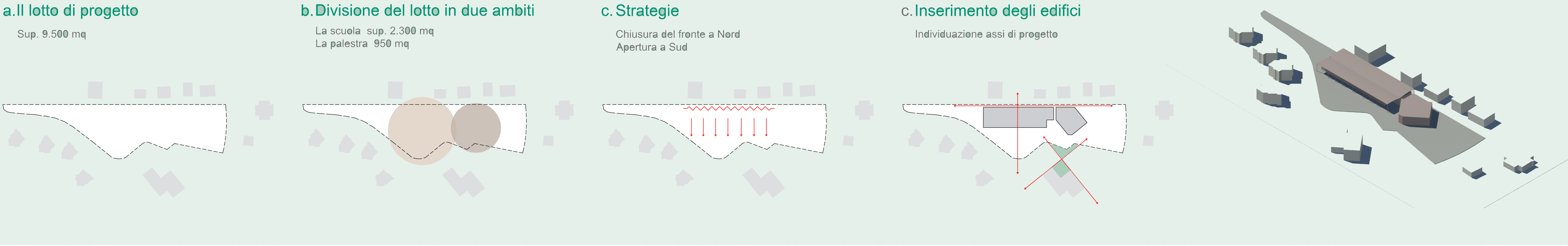
STRATEGIE

## INTEGRARE

Integrazione delle barriere fonoassorbenti con il progetto architettonico

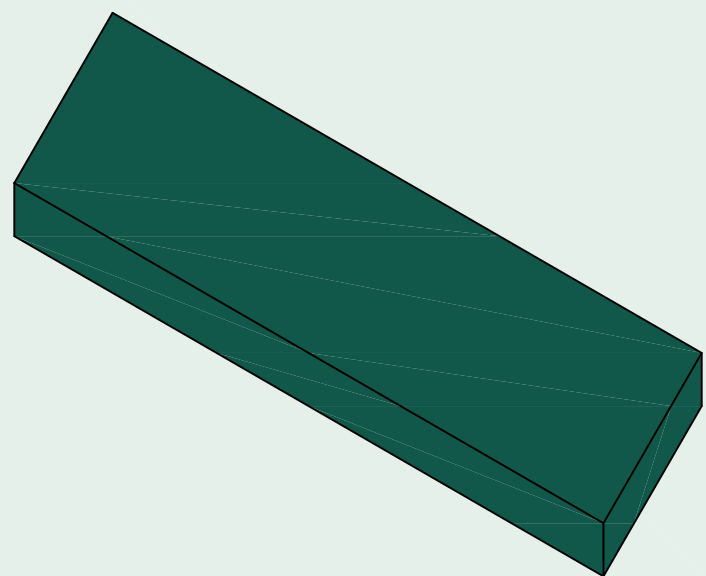




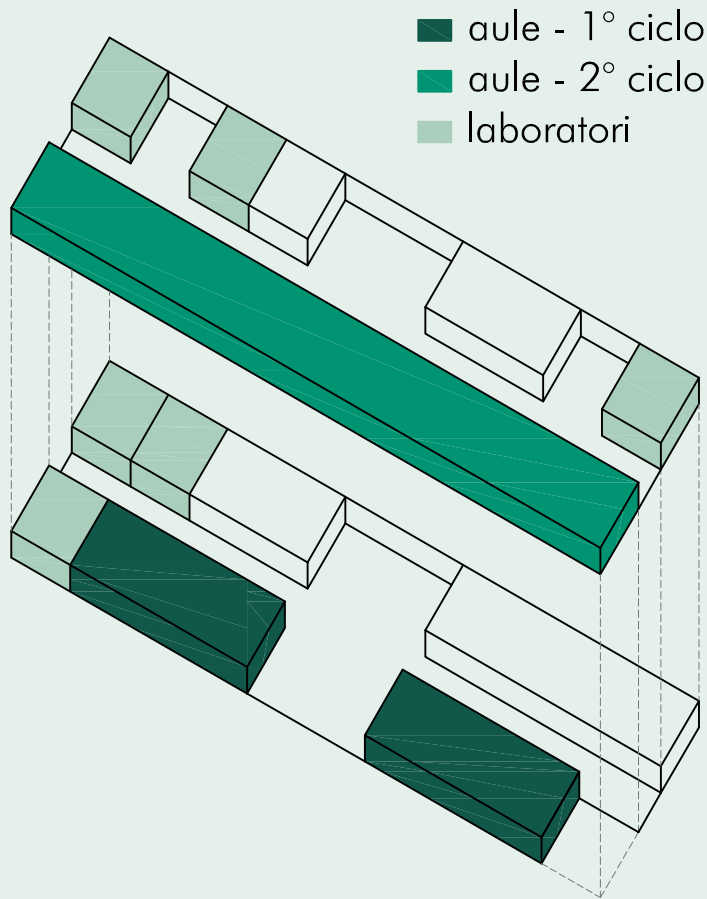




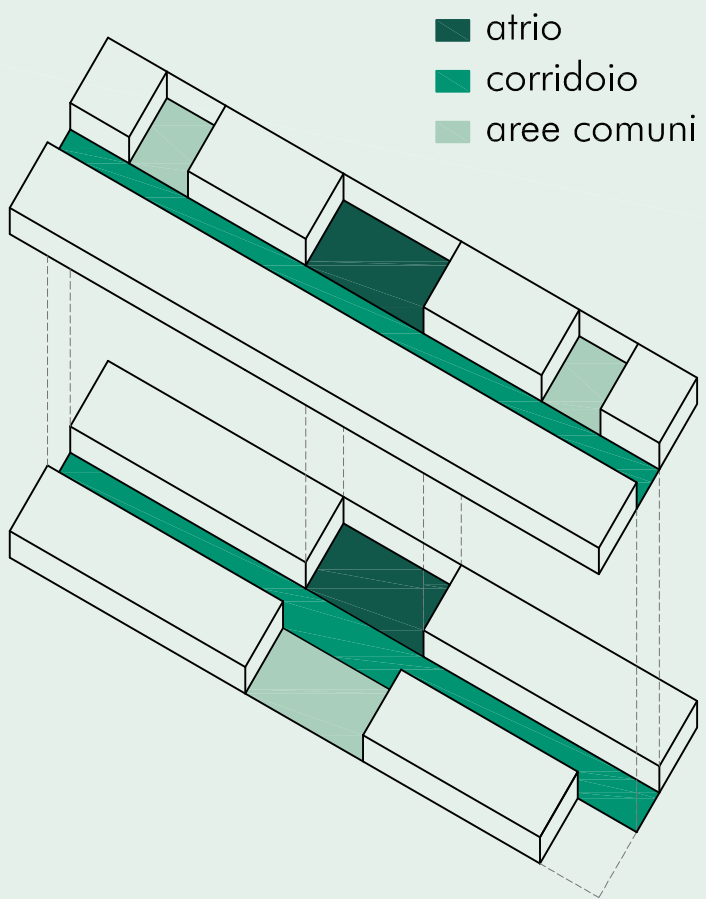
1. la scatola



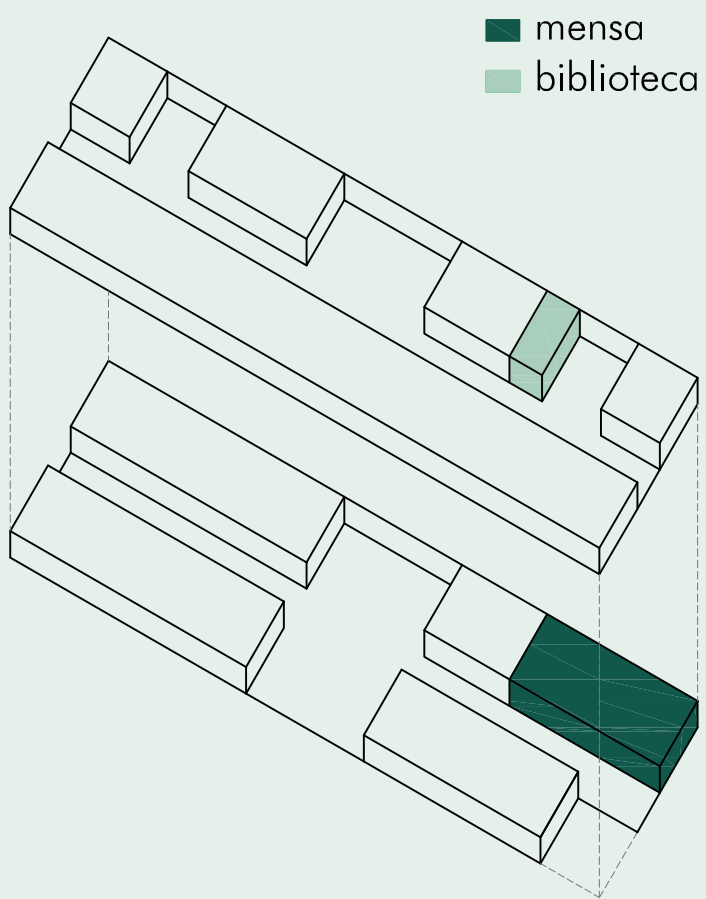
1. spazi didattici



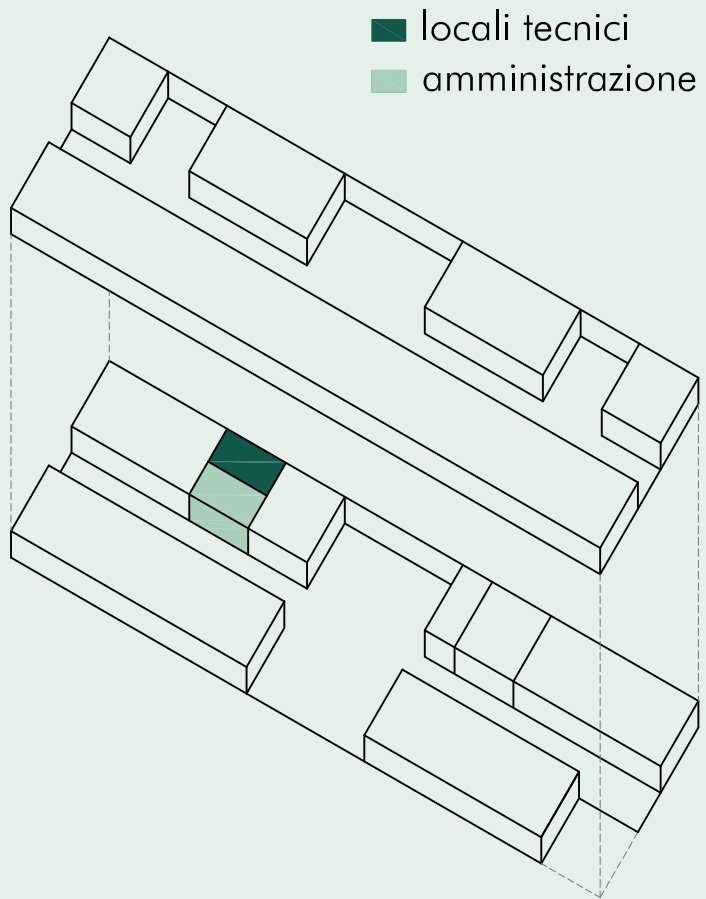
2. luoghi di aggregazione



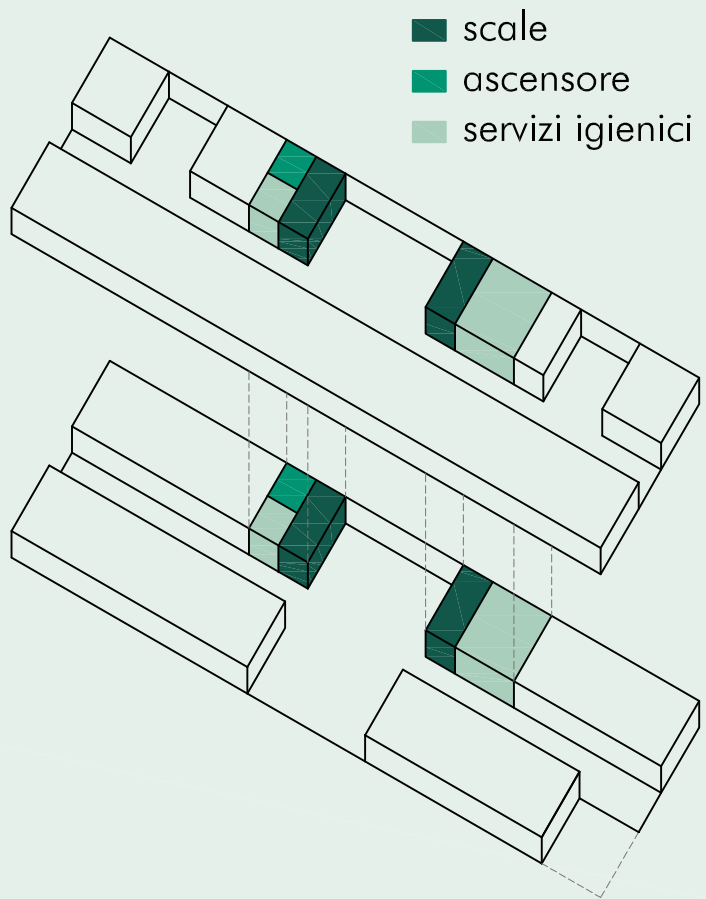
3. dotazioni



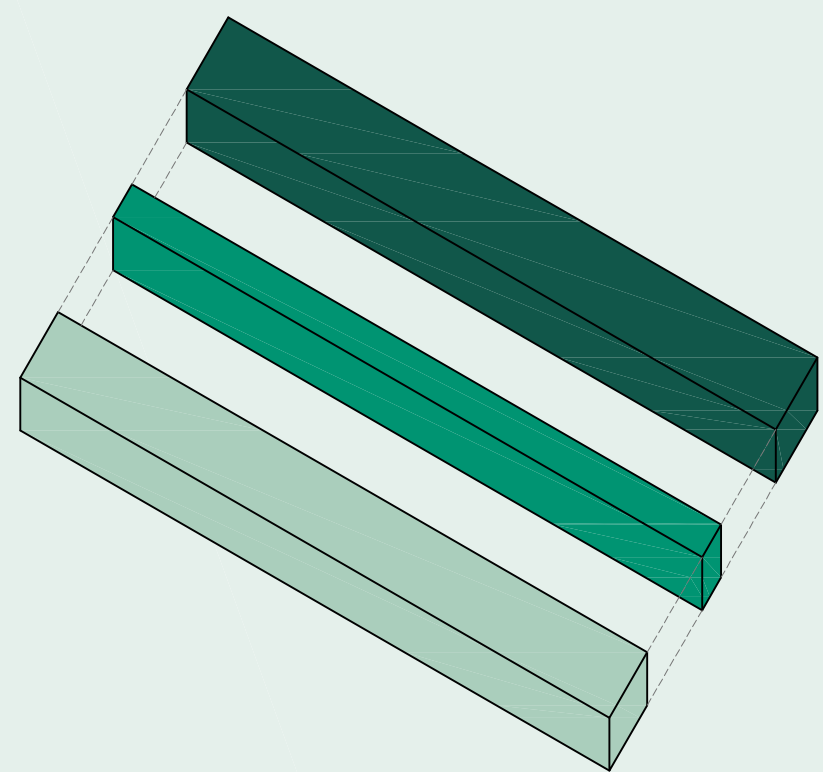
4. spazi di servizio



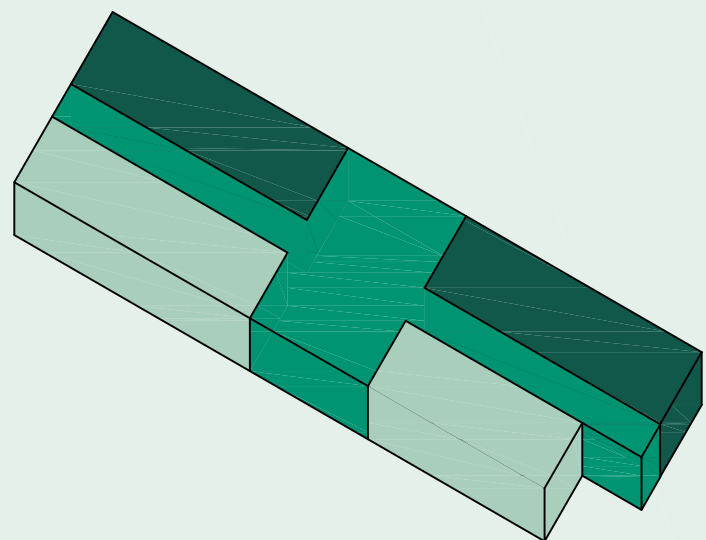
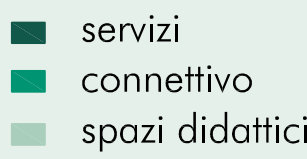
5. collegamenti verticali e servizi igienici



2. distribuzione per fasce funzionali

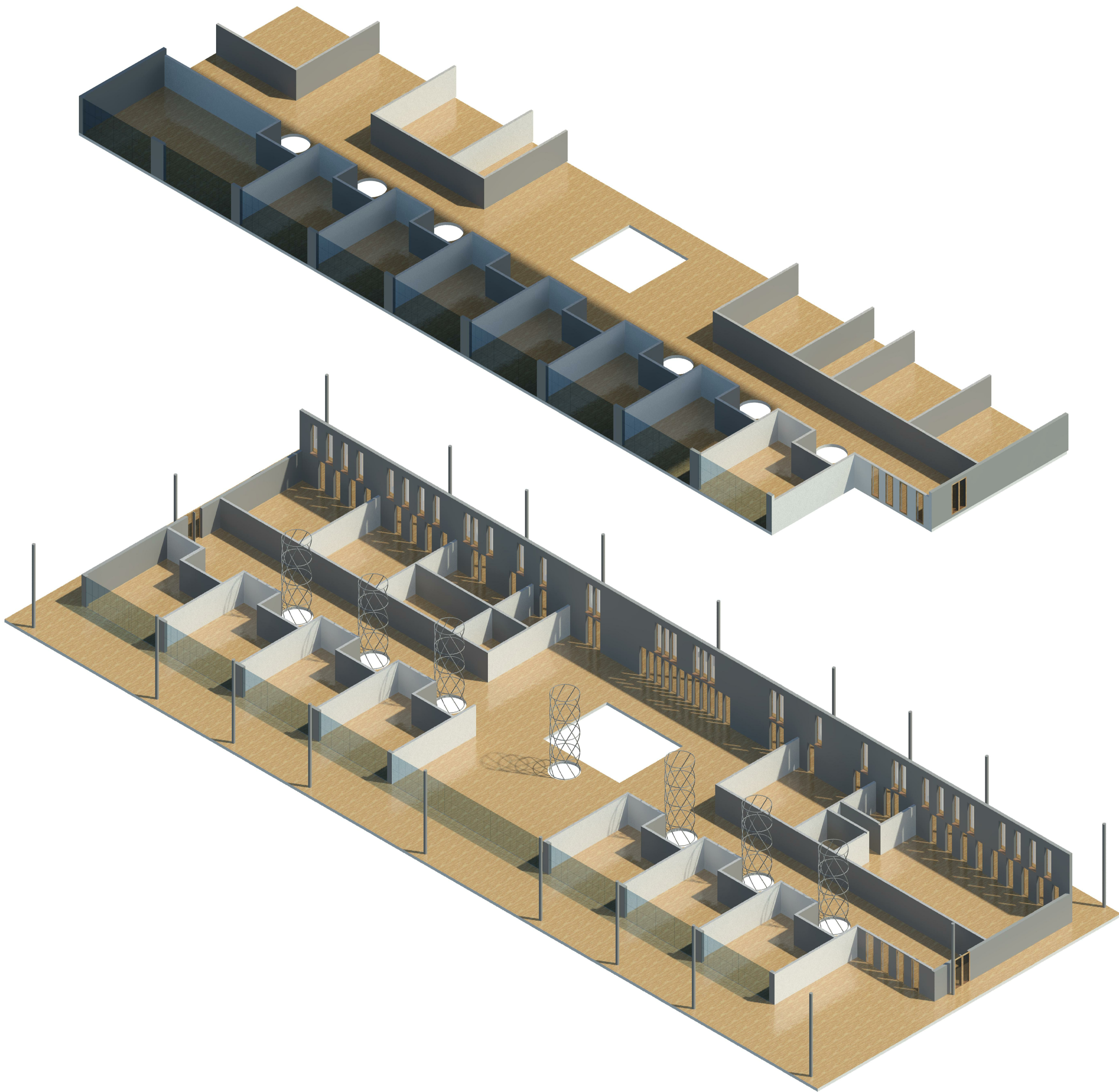


3. organizzazione dello spazio comune



4. indici di superficie

tipi di attività	D.M. 18.12.1975 m²/alunno	Linee Guida Miur 2013 m²/alunno	Nuova scuola Villaggio Primo Maggio
attività didattiche	2.44	2.80	3.00
attività collettive	0.40	0.50	1.40
mensa	0.70	1.00	2.30
somma indici	3.54	4.30	6.70
connettivo	1.54	1.40	2.80
servizi igienici		0.70	0.95
superficie netta globale	5.08	6.40	10.45





a. Concept degli spazi comuni

attività didattiche  
di gruppo e individuali

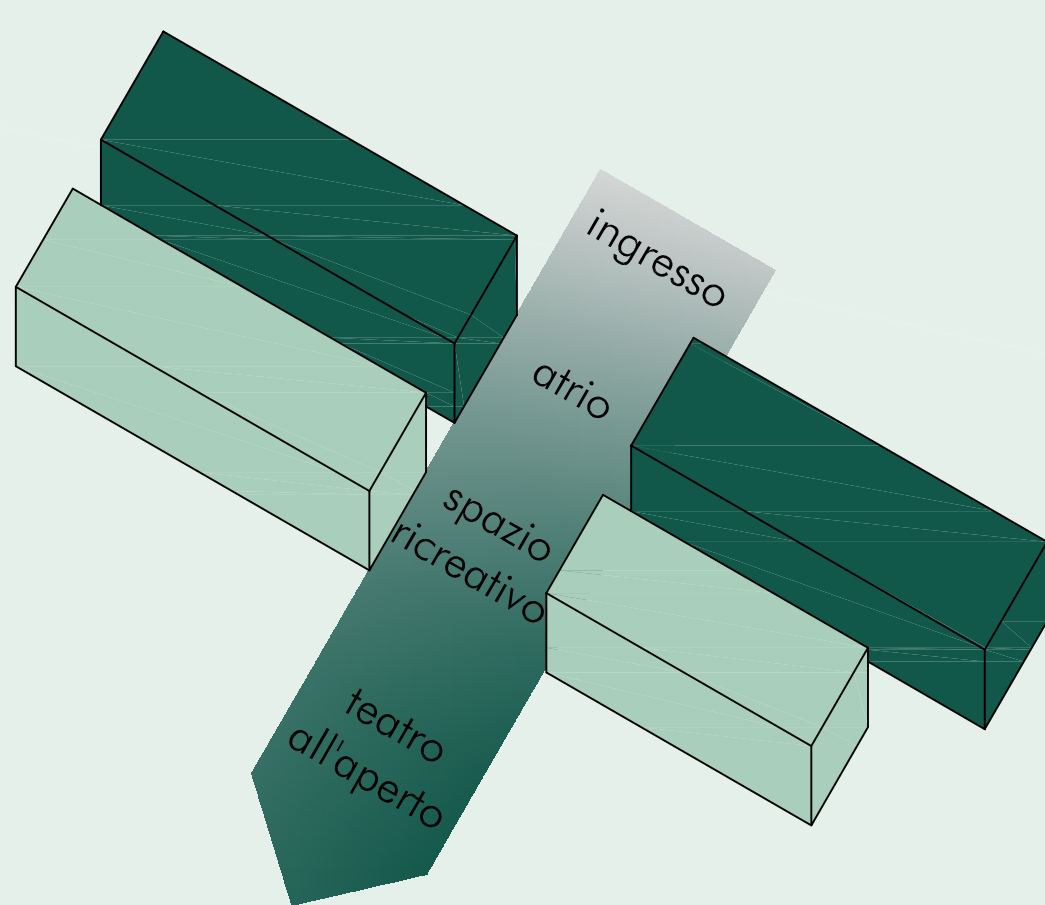
attività ludiche  
e ricreative



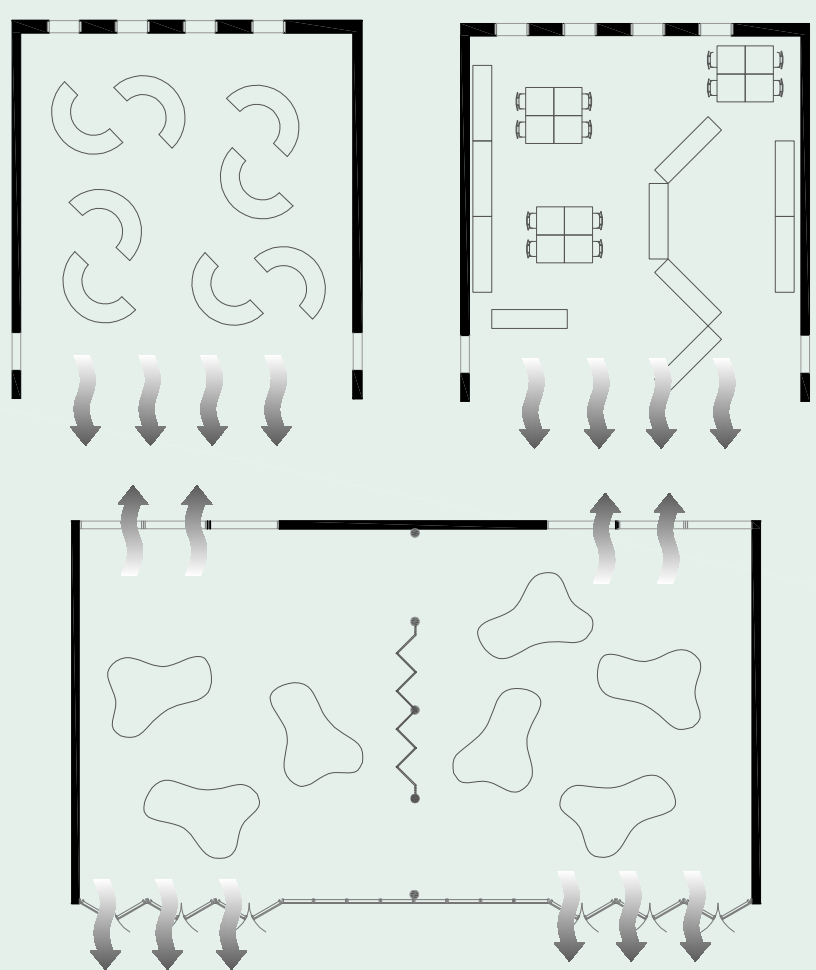
comunicazione  
confronto

scambio  
crescita

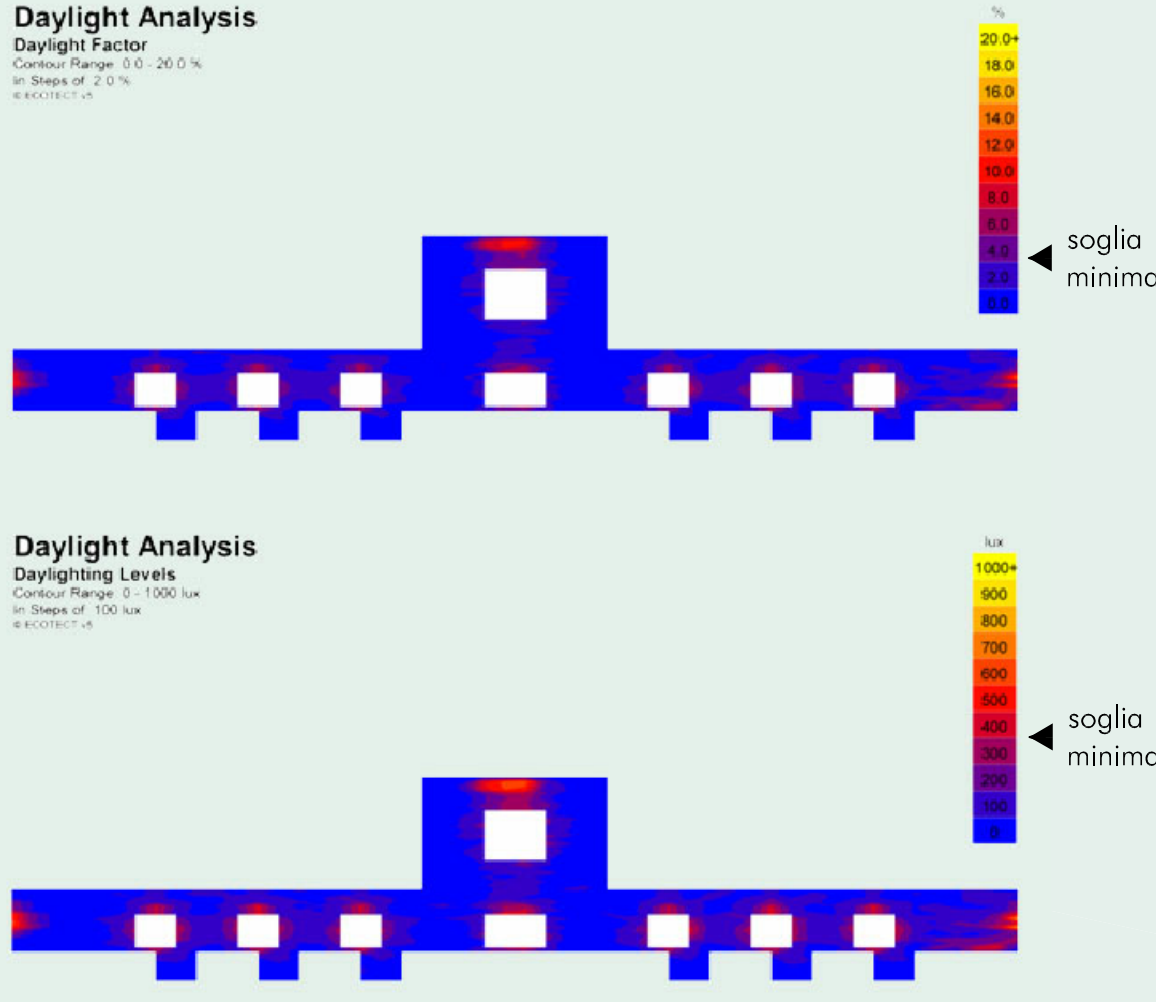
b. Asse degli spazi comuni



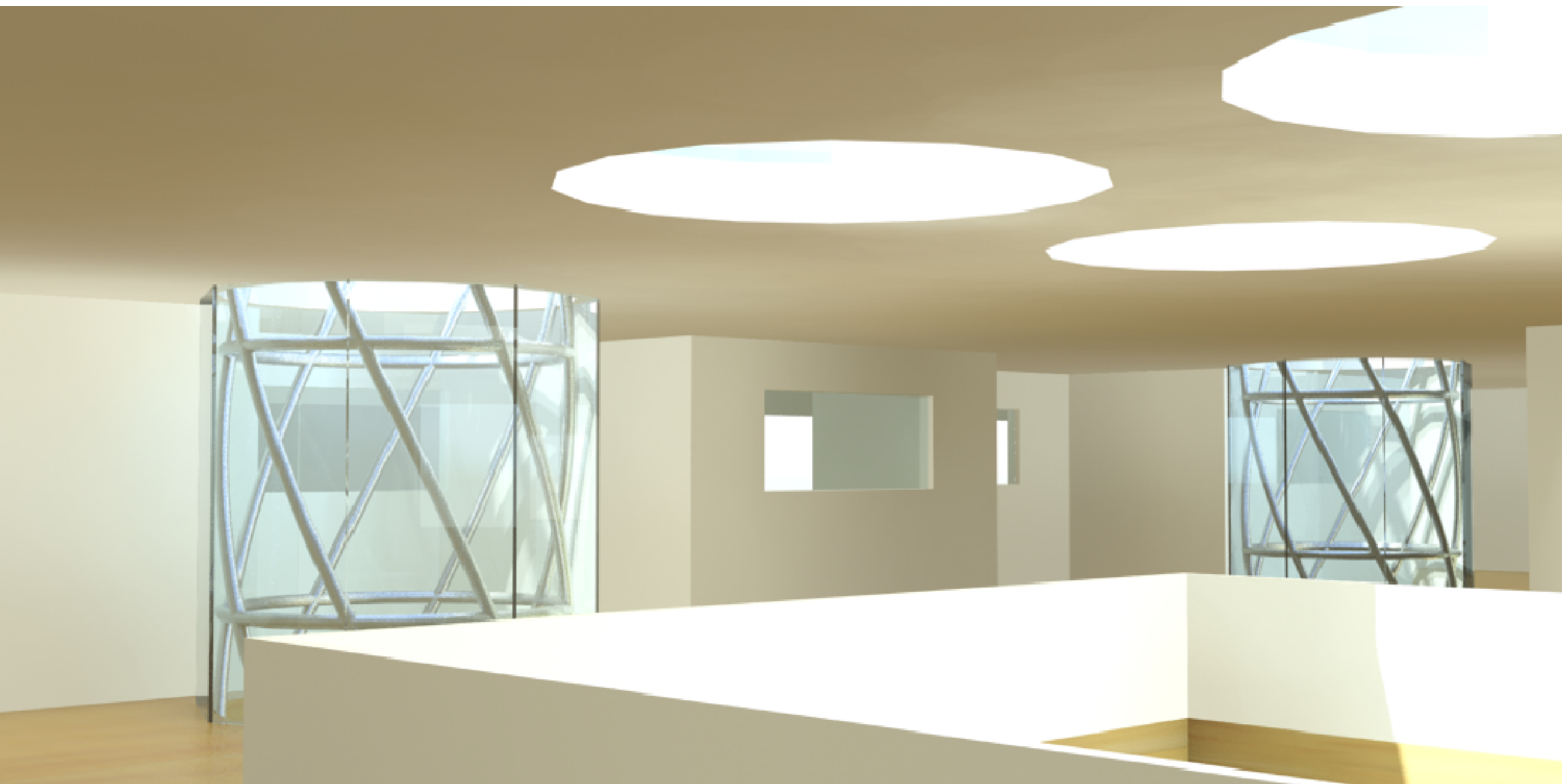
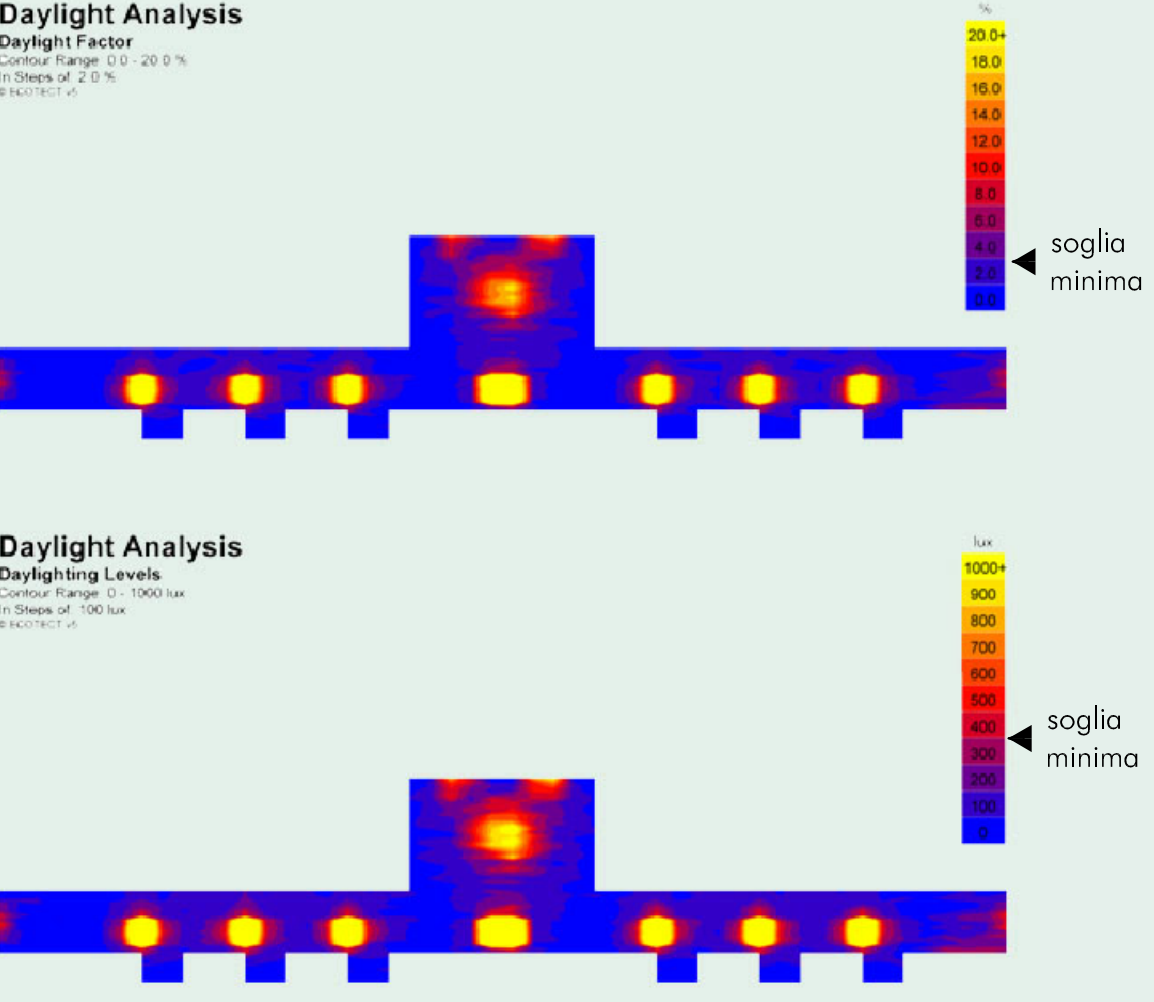
c. Configurazioni e permeabilità



d. Studio della luce piano terra



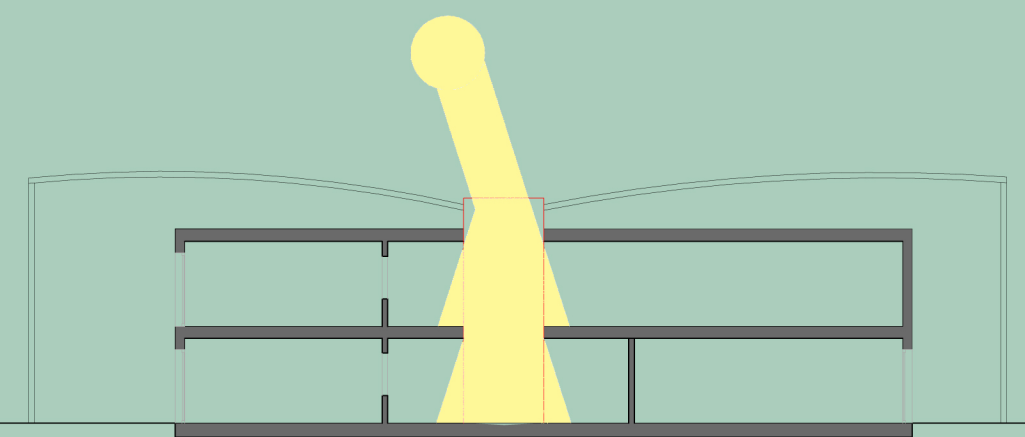
d. Studio della luce piano primo



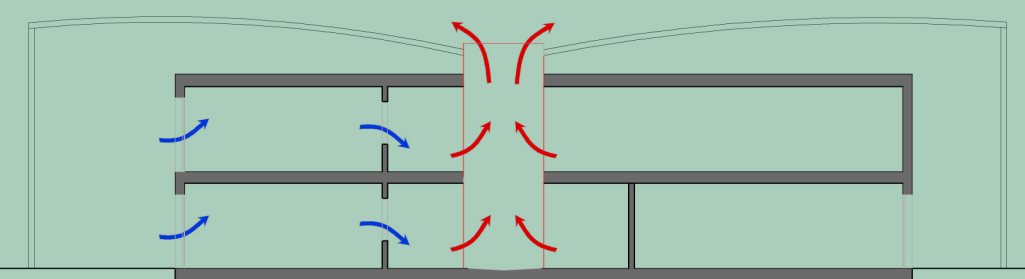


Funzioni dei fasci di luce

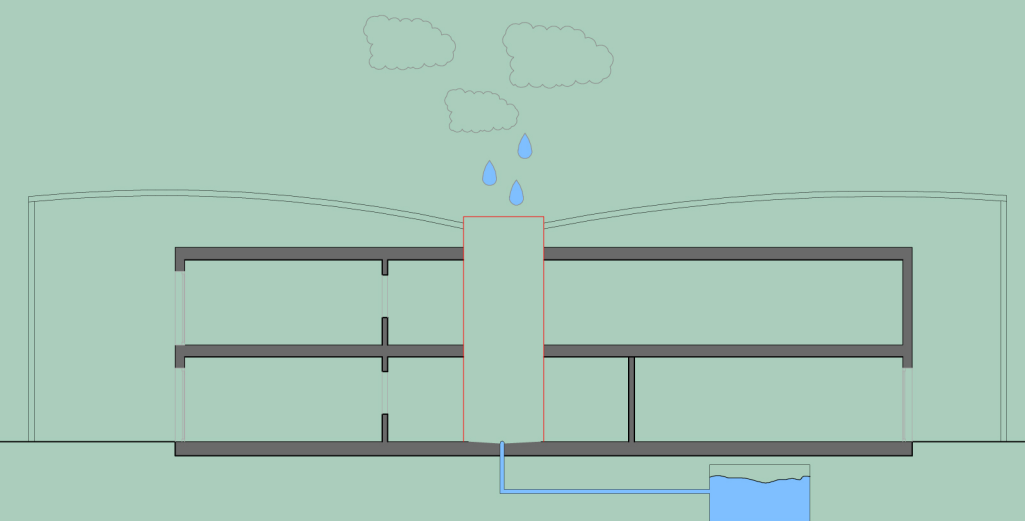
a\_ Luce naturale all'interno



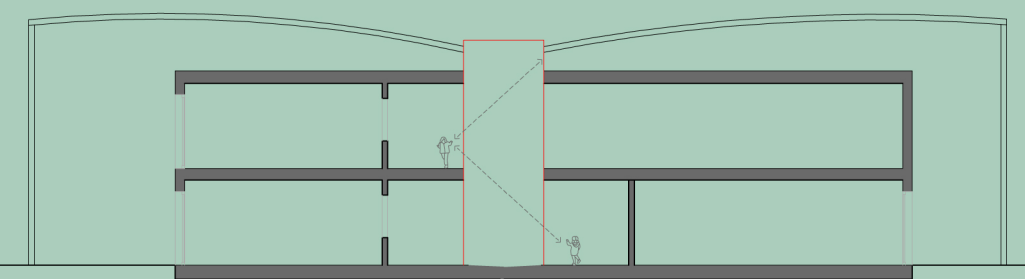
b\_ Ventilazione naturale



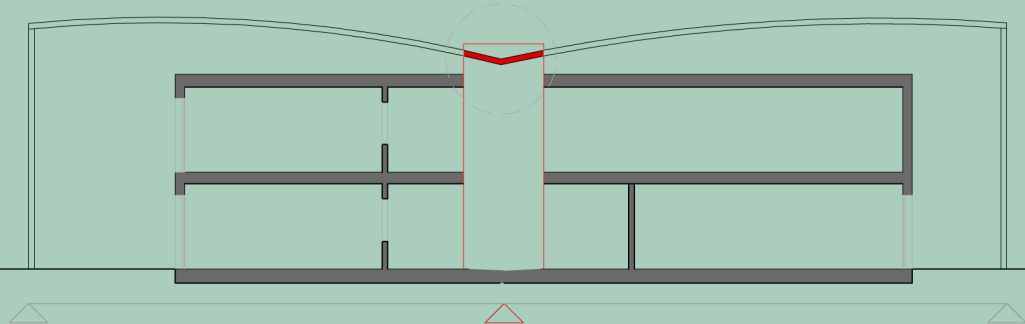
c\_ Raccolta dell'acqua piovana



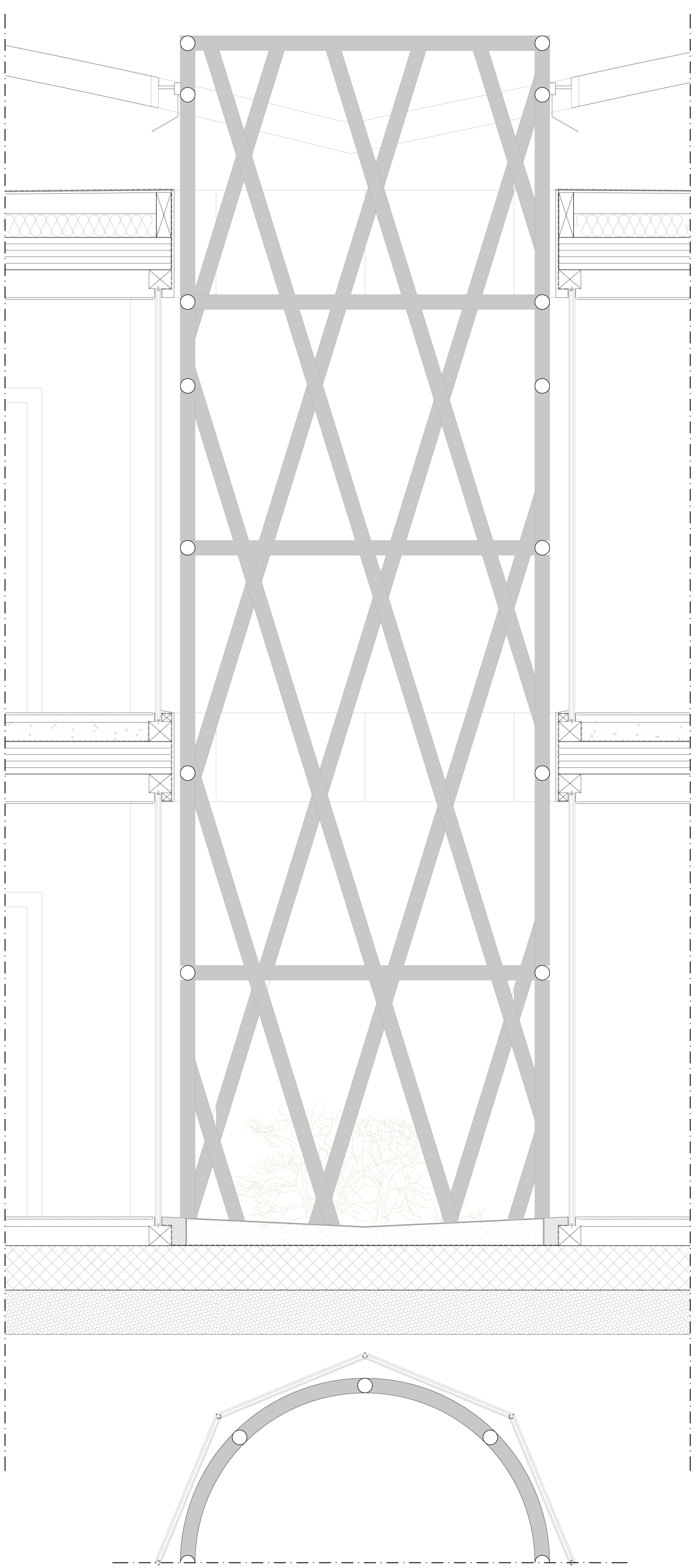
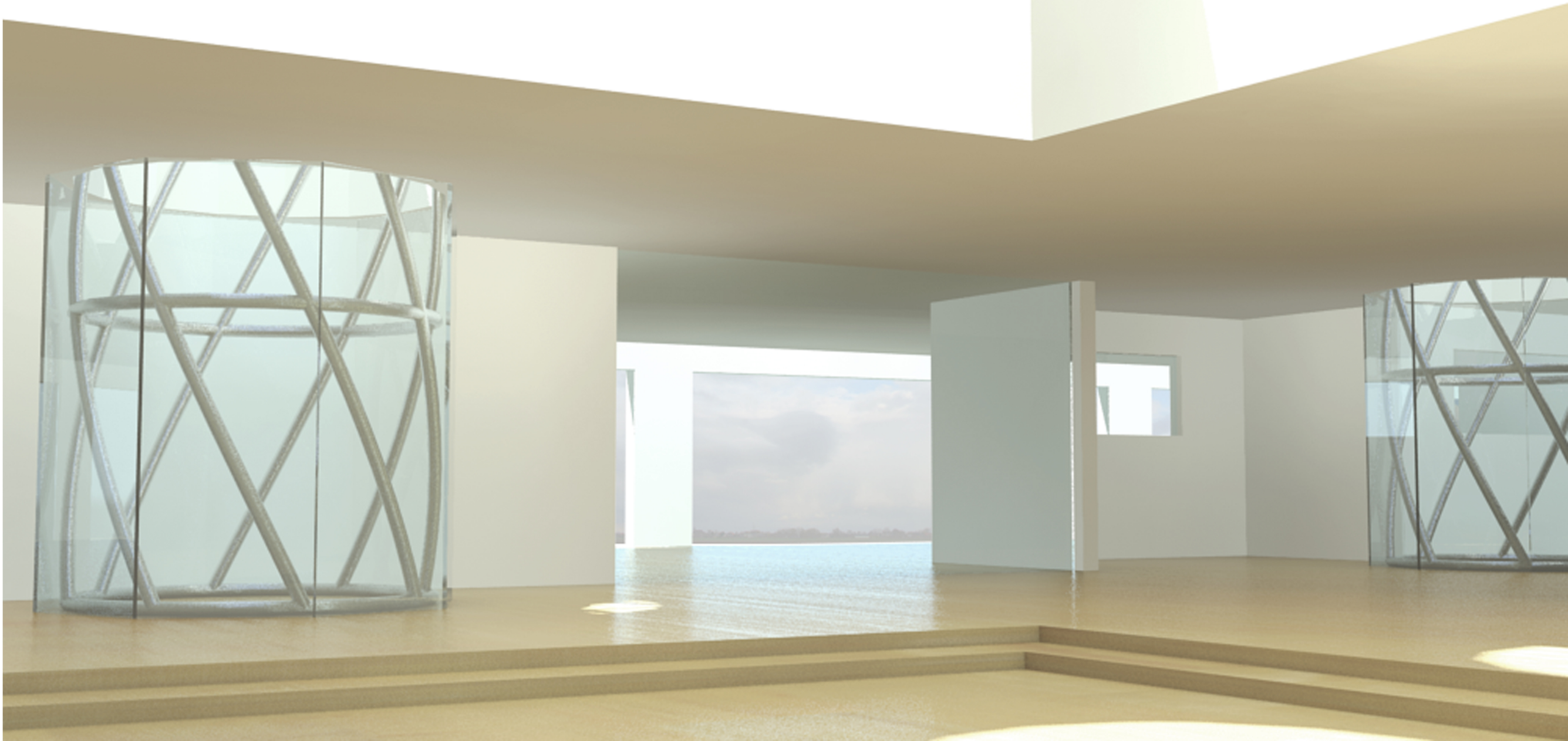
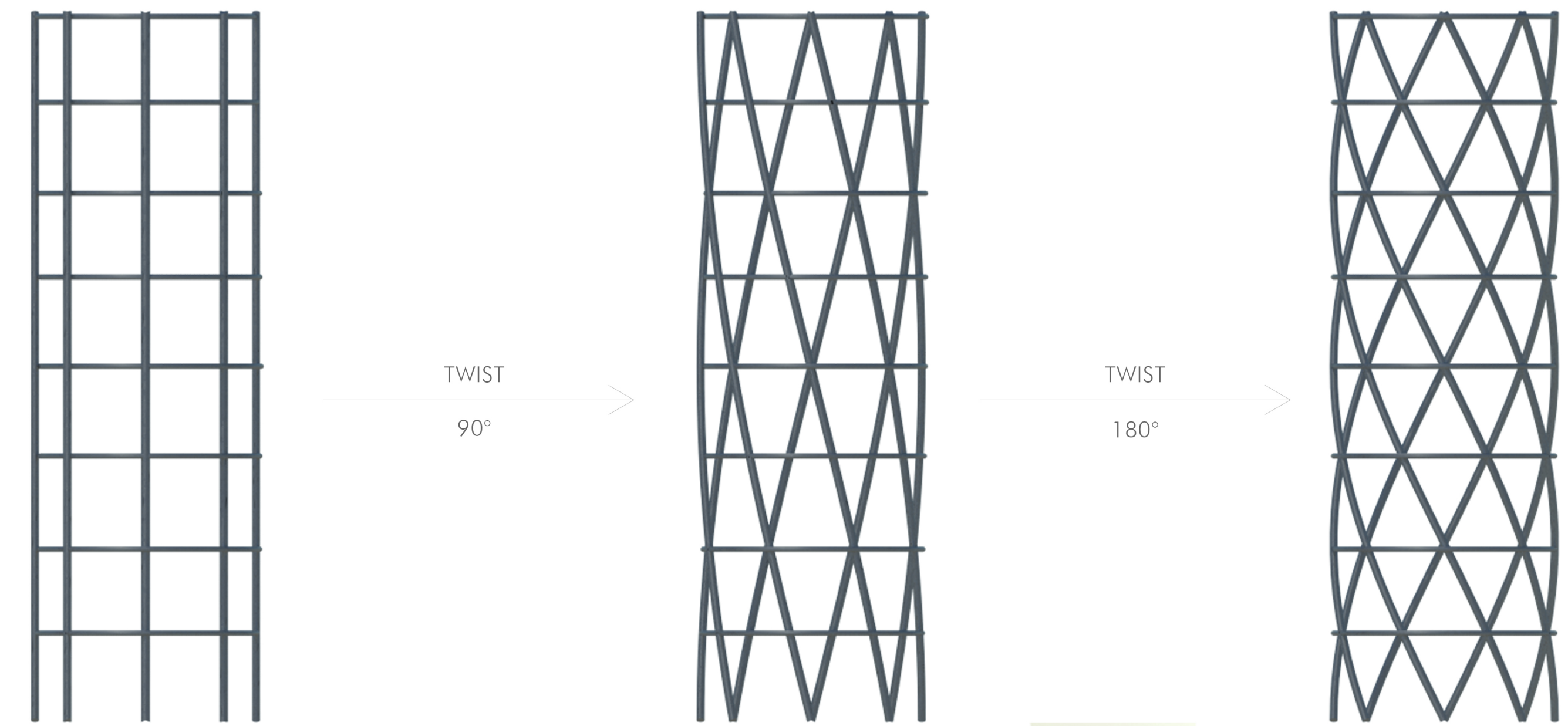
c\_ Permeabilità visiva tra i vari livelli



d\_ Funzione strutturale

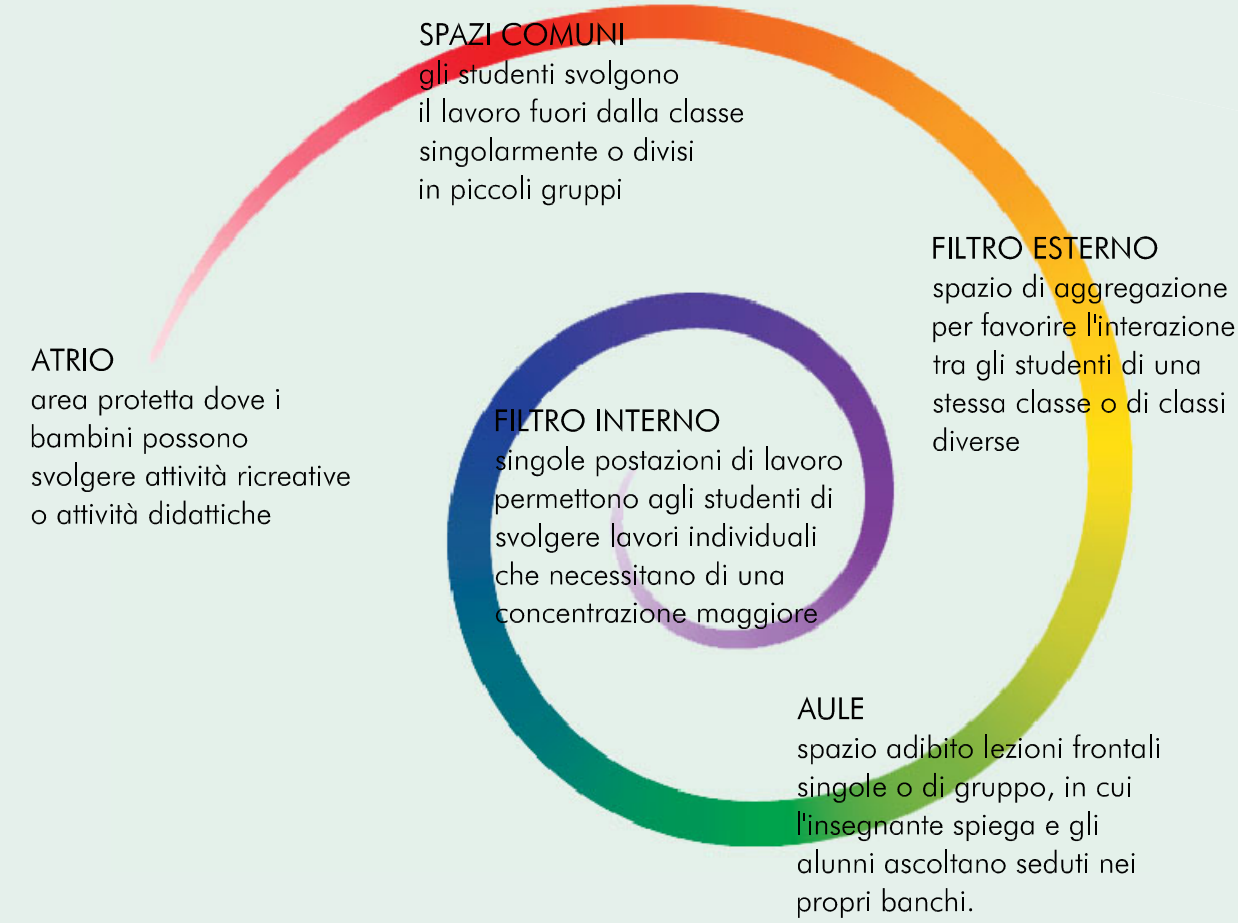


Genesi della forma

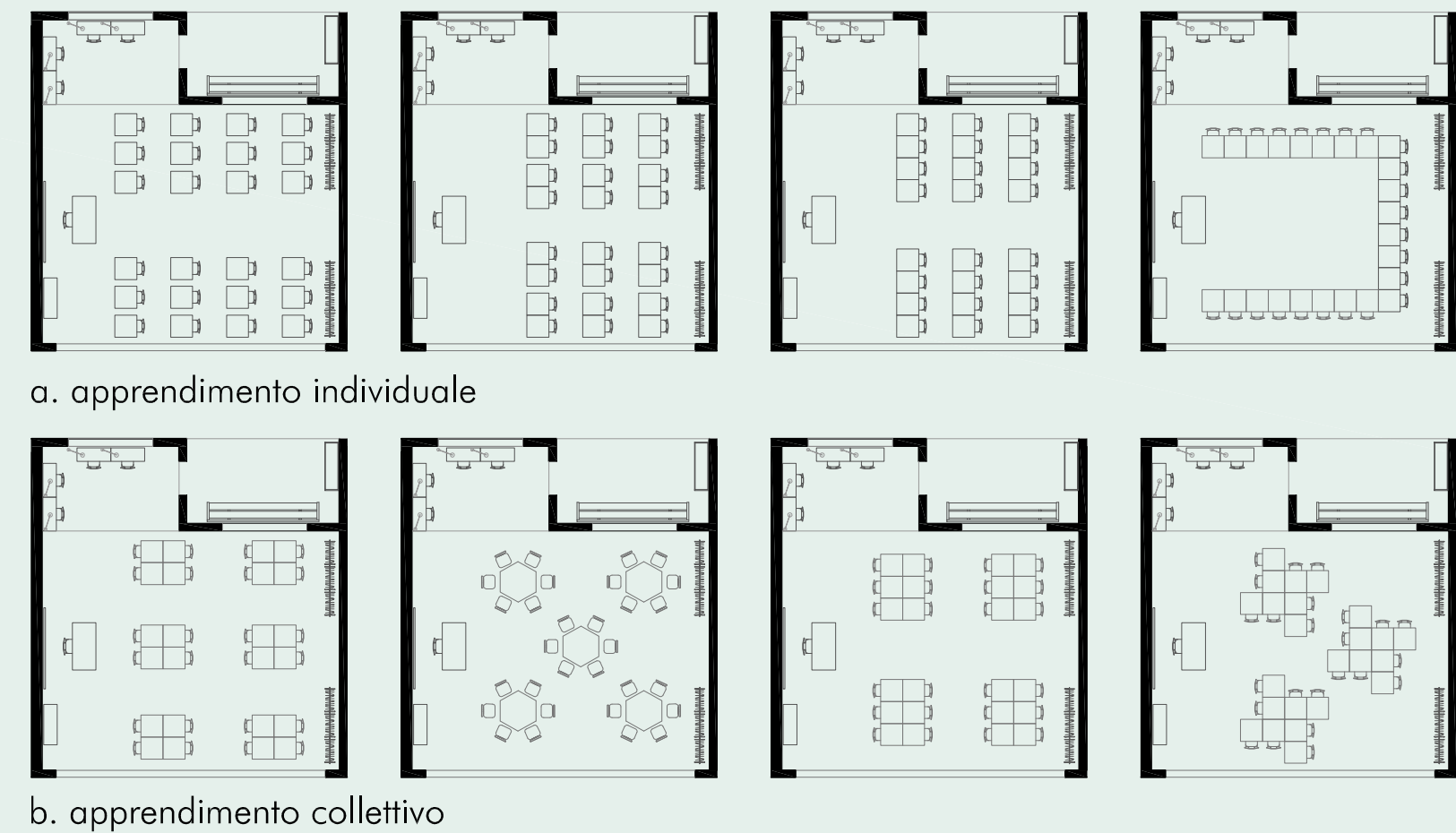




## 1. Il concept dello spazio didattico



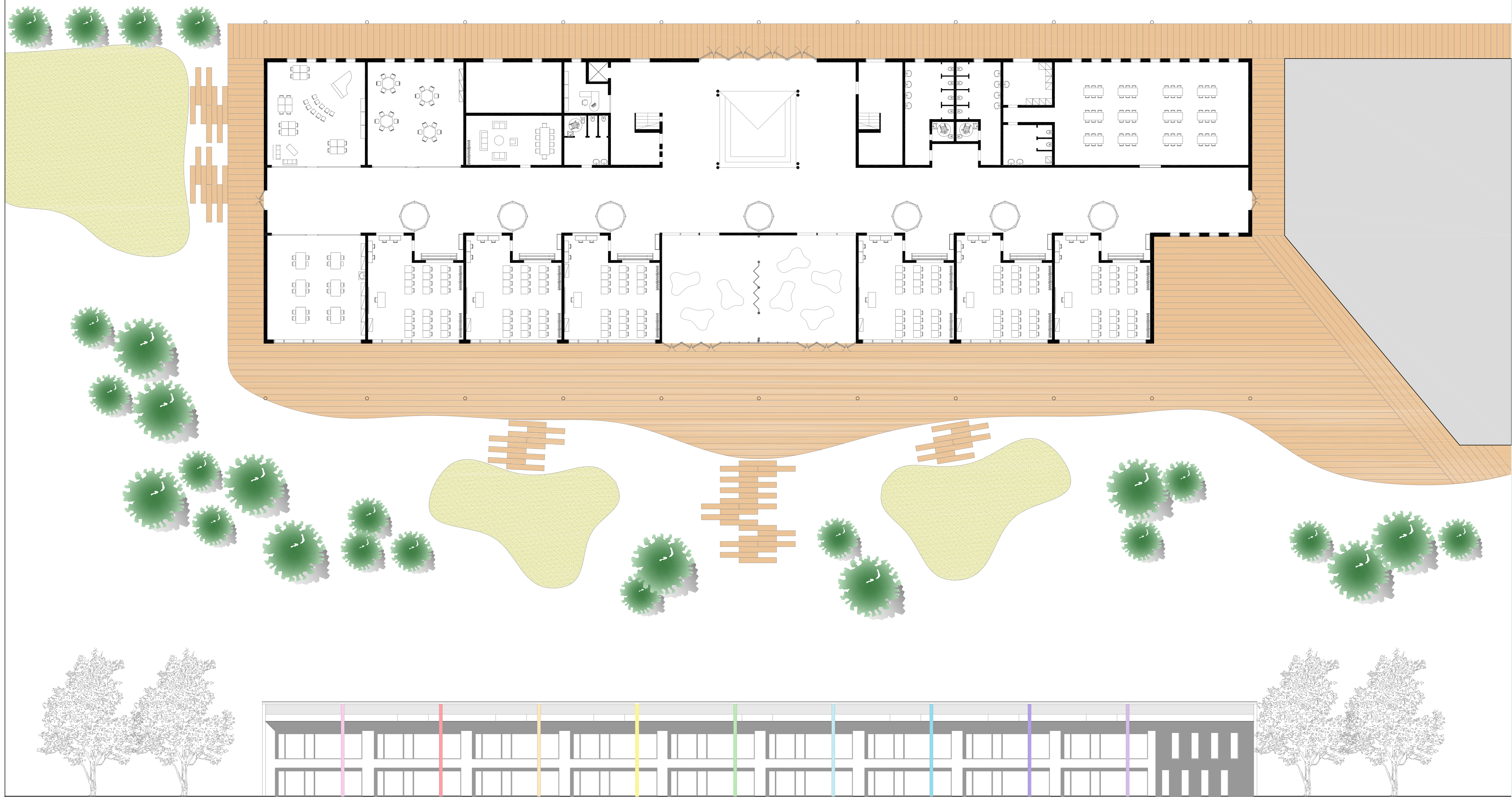
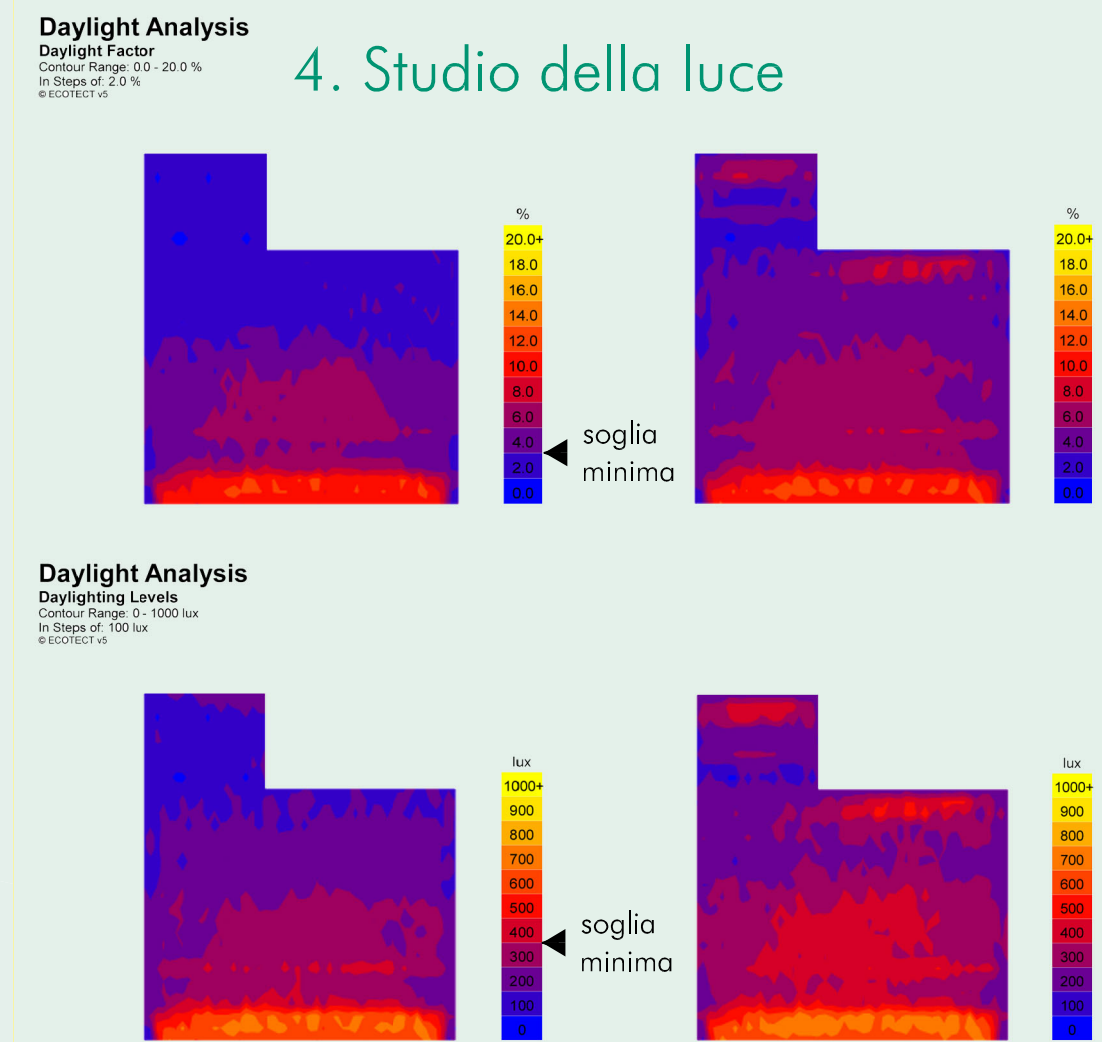
## 2. Possibili configurazioni delle aule



## 3. Adattabilità degli spazi



## 4. Studio della luce





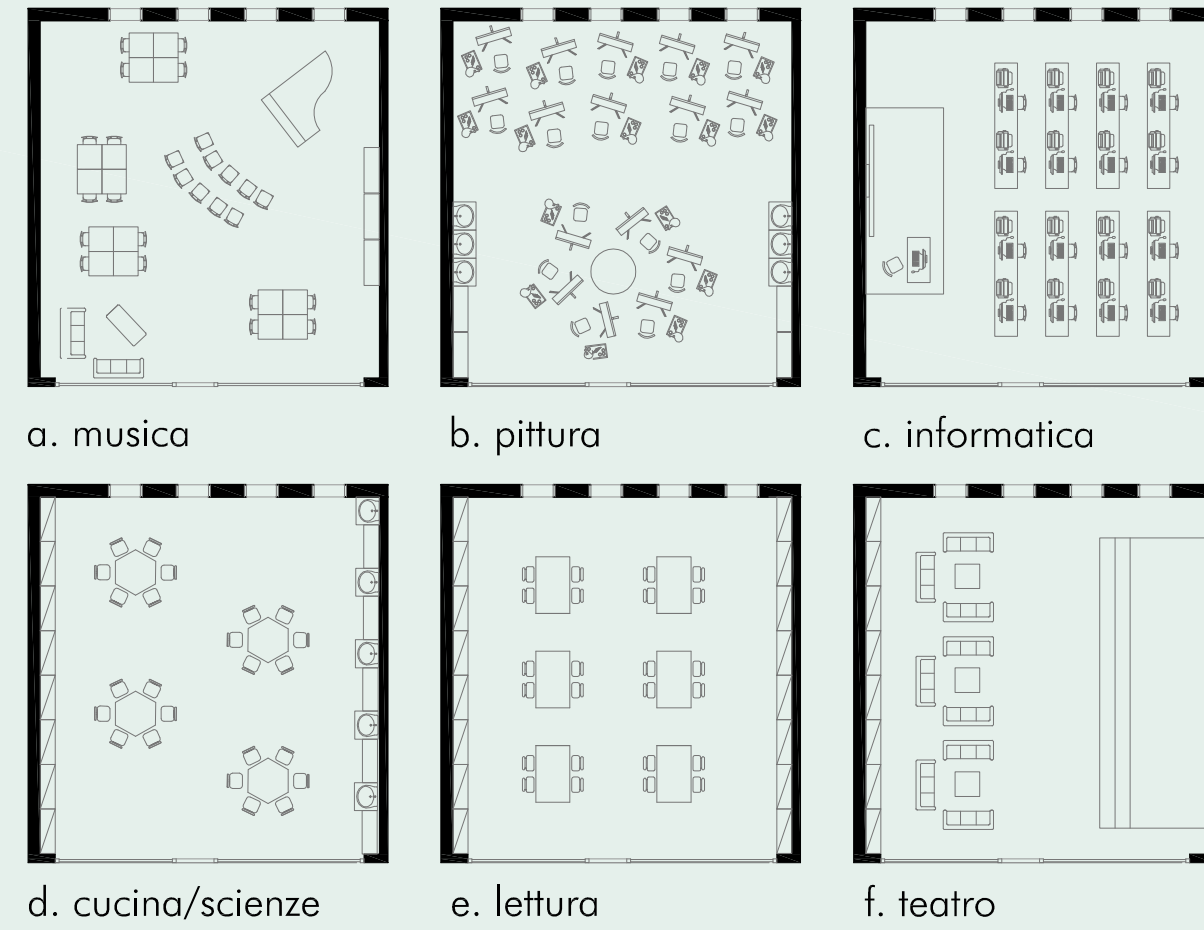
## 1. L'idea dello spazio laboratoriale

- a. dimensione operativa e intellettuale del bambino
- b. coinvolgimento rispetto a un obiettivo
- c. approccio problematico attraverso confronti, scambi di informazioni ed errori

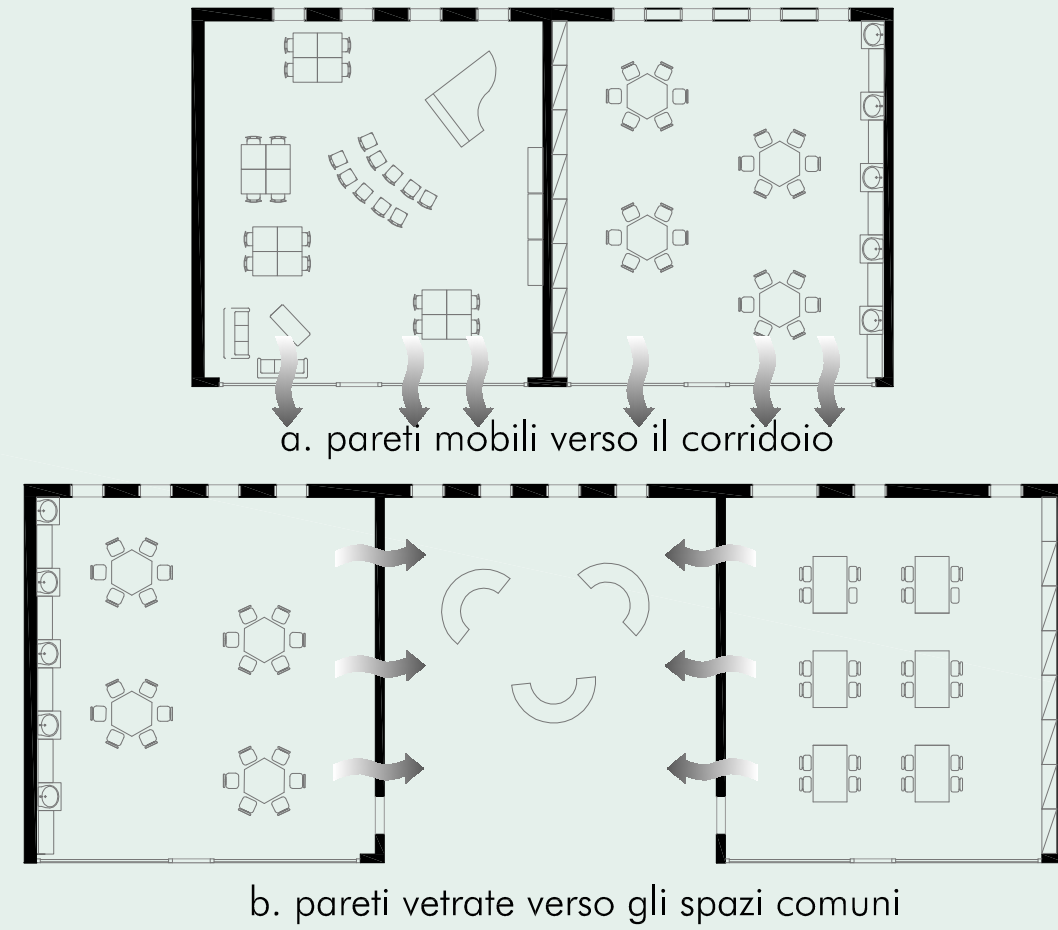
LABORATORIO

- d. integrare le differenti competenze, operare insieme, cooperare
- e. le tecnologie danno forma alle idee, ai progetti e alla creatività personale
- f. esperienze di apprendimento significativo che aiuta a riflettere sui metodi e i contenuti

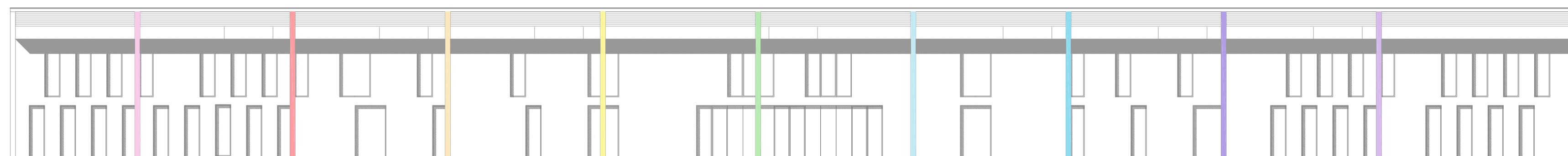
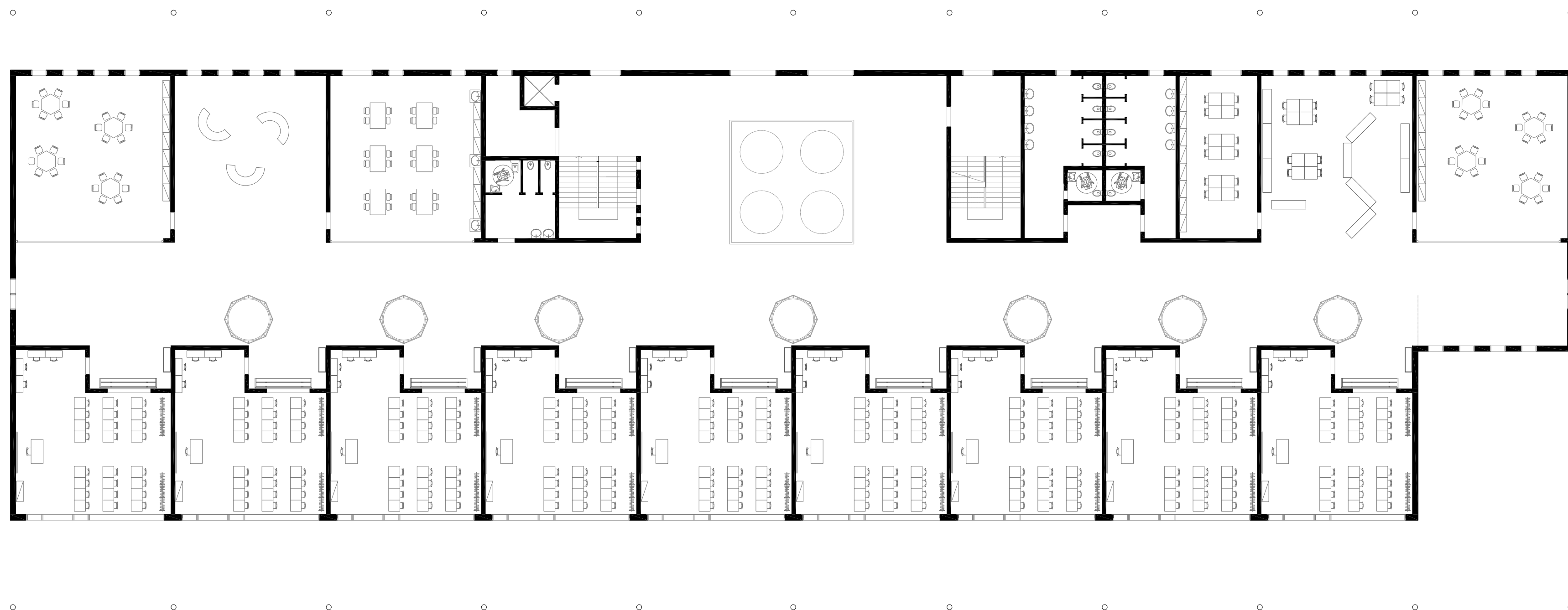
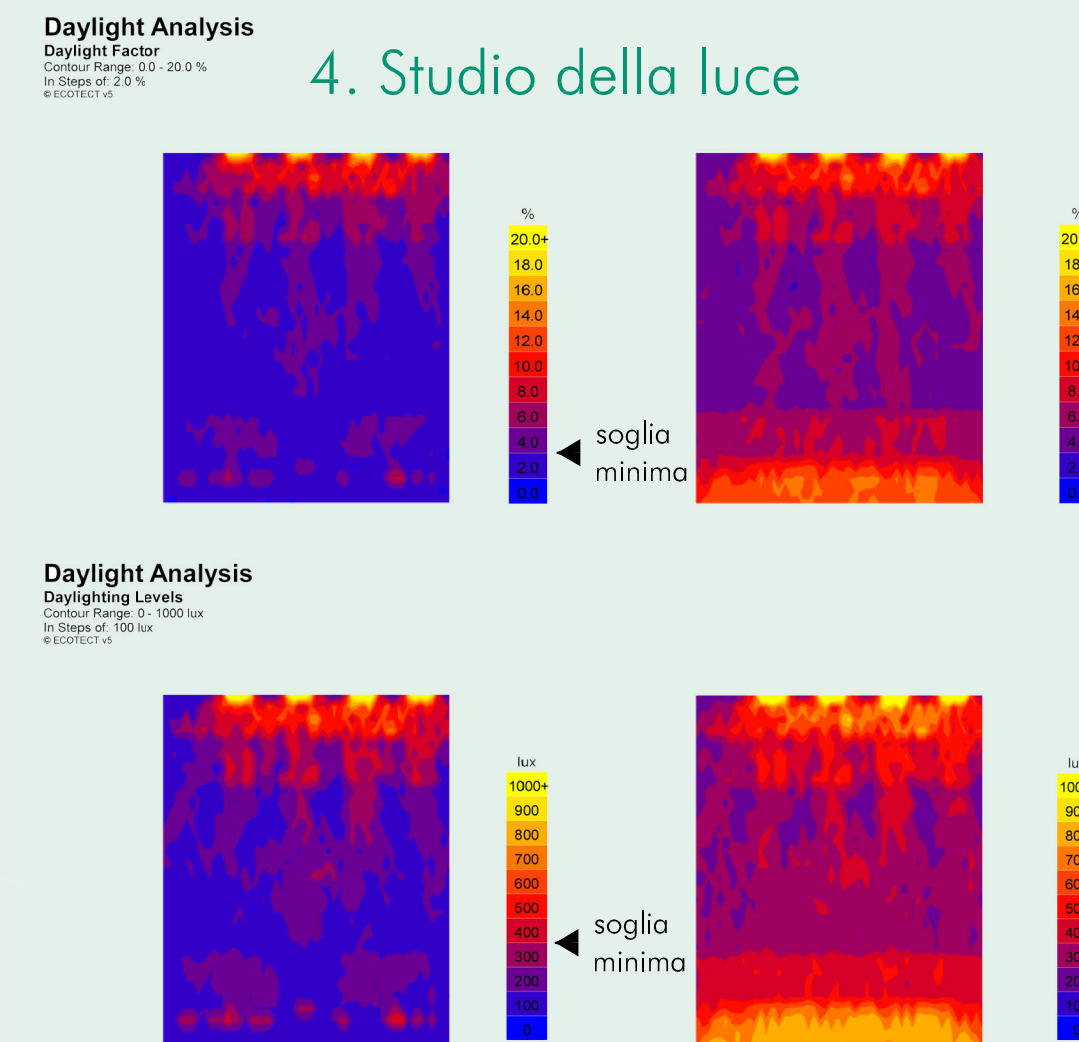
## 2. Possibili configurazioni dei laboratori



## 3. Adattabilità degli spazi



## 4. Studio della luce





1. Giostra fotovoltaica

Grazie all'energia elettrica prodotta da un pannello solare fotovoltaico al fine di sensibilizzare i bambini riguardo l'importanza di produrre energia elettrica tramite la luce solare che aiuta a ridurre l'inquinamento.



2. Parete free climbing

Arrampicare, superare un ostacolo, raggiungere un obiettivo con il solo uso del nostro corpo insegna l'armonia, l'equilibrio e il controllo delle emozioni. Un buon esercizio fisico e mentale per i bambini.



3. Percorso sensoriale

E' uno spazio per muoversi dove si scoprono però tutti e 5 i sensi. I contenitori dei materiali sensoriali sono delle scatole realizzate in multistrati di betulla. Il kit è composto da 7 materiali naturali: noci, trucioli di legno, falde di cotone, tappeti di sughero, fiocchi di kapok, foglie secche e piccole pigne secche.



4. Teatro all'aperto

Ricavato dalla pendenza della collina verde, è uno spazio in cui i bambini possono interagire e svagarsi pur restando a contatto con la natura circostante. E' caratterizzato da ampie gradinate atte a ospitare funzioni didattiche ma anche ricreative e come luogo di ritrovo per la collettività.



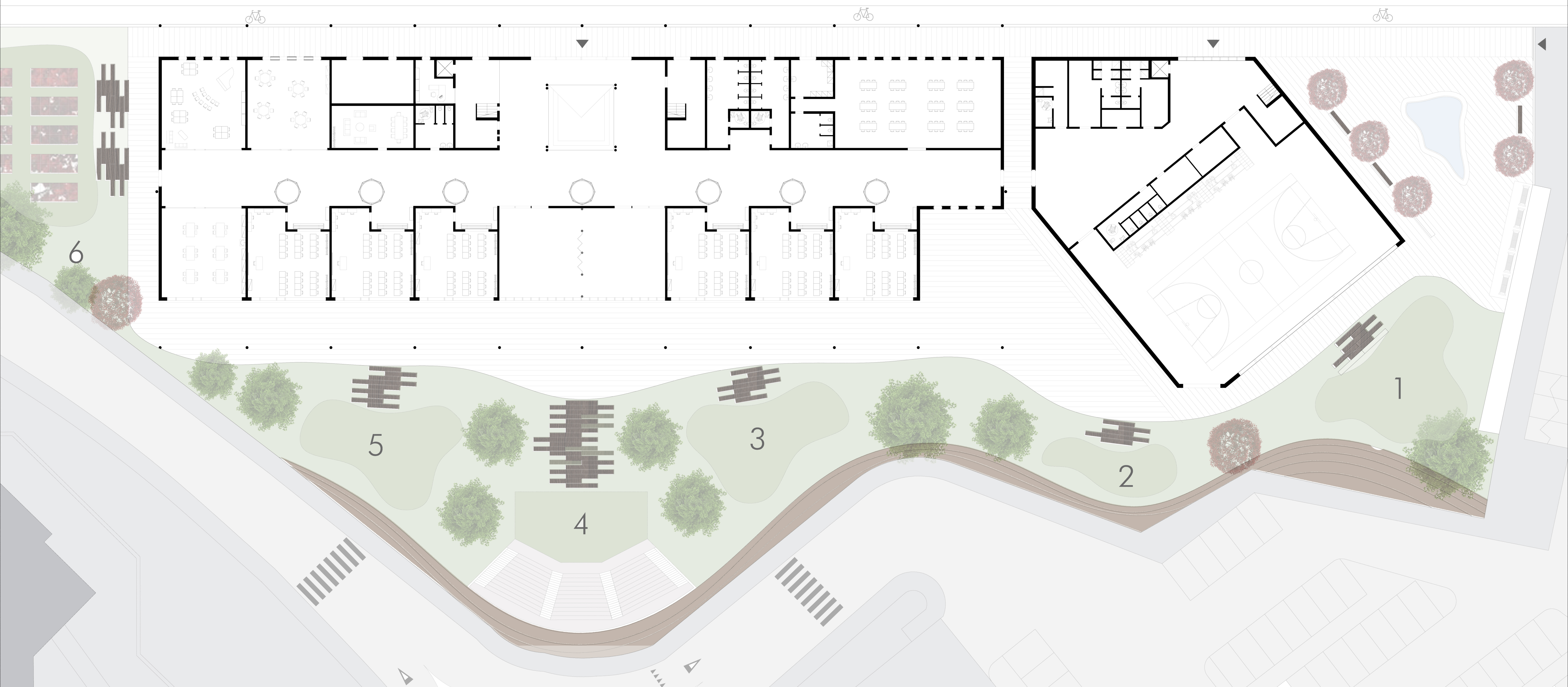
5. Percorso motorio

E' un'area caratterizzata da elementi componibili in legno ed in tessuto dove i bambini possono muoversi liberamente, sviluppando le capacità motorie. Si compone di una serie di pedane, rampe, materassi e cuscini di varie forme ed imbottiture per percezioni completamente diverse.



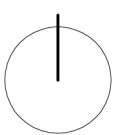
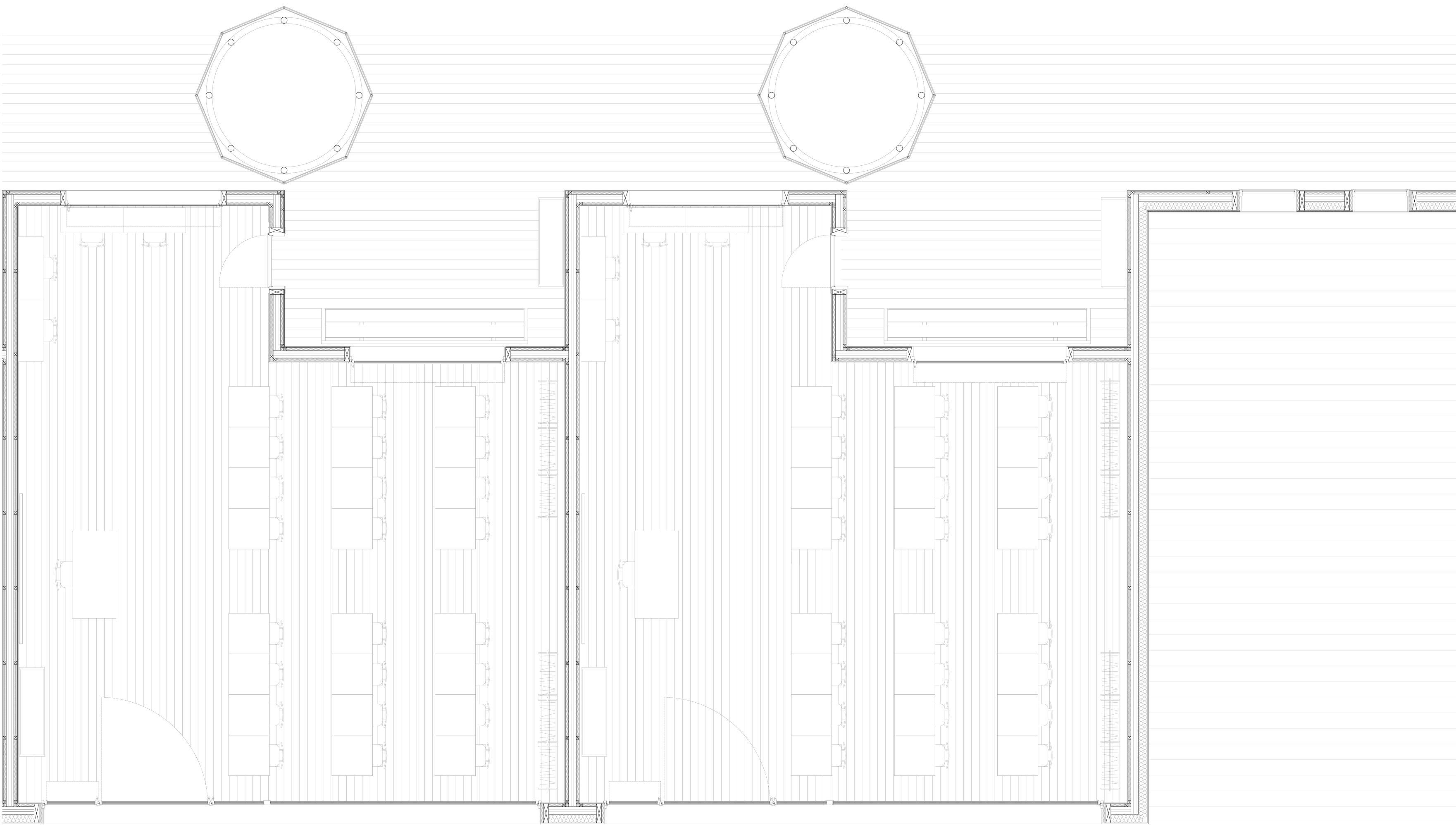
6. Orti didattici

L'orto come strumento didattico mira ad incoraggiare una corretta e sana alimentazione attraverso un'esperienza concreta. Coltivare un orto, il contatto diretto con la terra, costituisce un'esperienza significativa utile anche per riallacciare i contatti tra la società urbana e quella rurale.

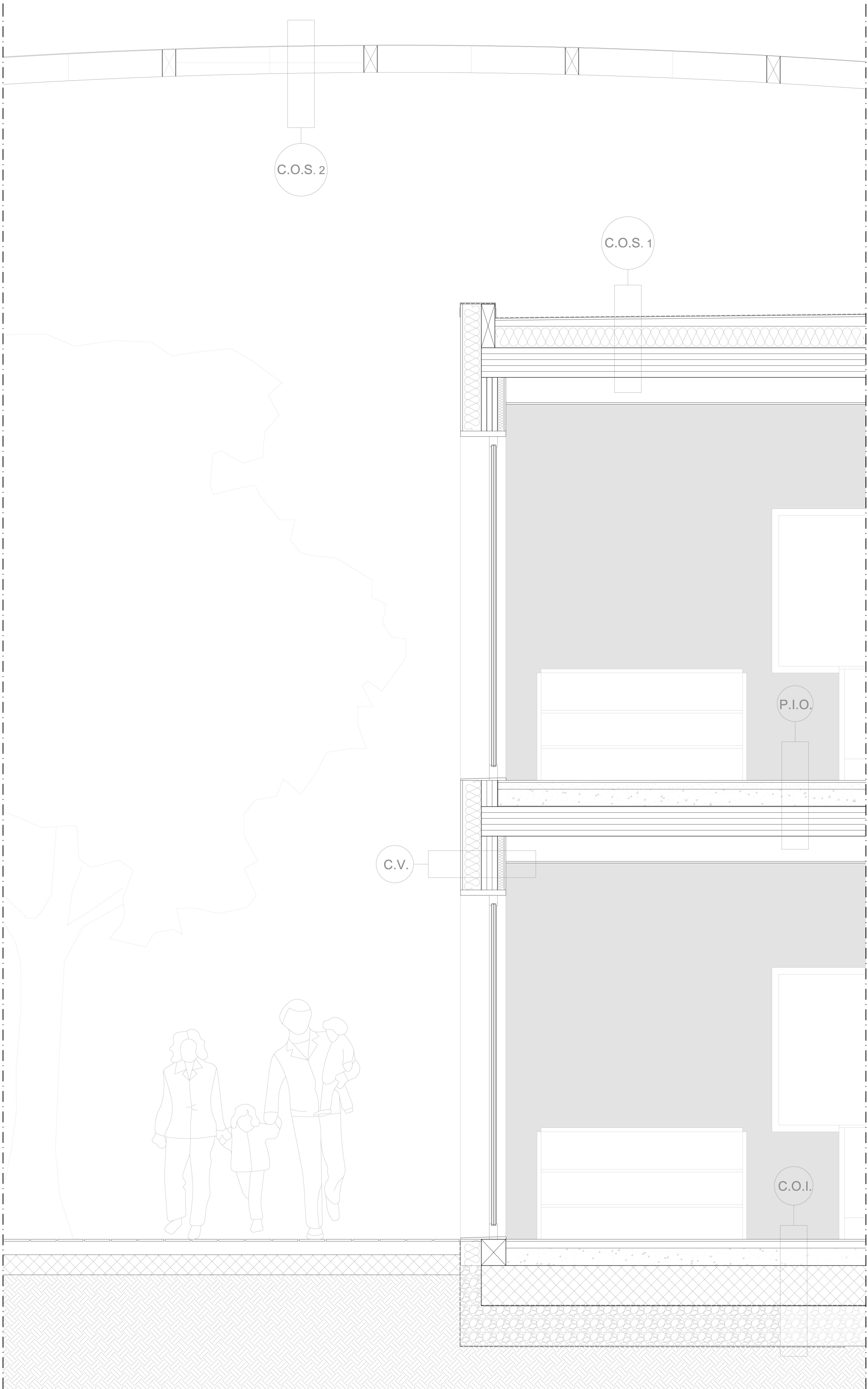




Porzione pianta piano terra in scala 1:50



Sezione terra cielo in scala 1:20



C.O.I.

Pavimento in legno 1,5 cm  
Massetto finitura sabbia e cemento 5 cm  
Massetto in cls alleggerito 12 cm  
Platea in cls 30 cm  
Foglio di PE  
Vetro cellulare espanso 30 cm  
Geotessile TNT

C.V.

Pannello Gessofibra 1,5 cm  
Membrana traspirante  
Lana di roccia 5 cm  
Pannello X-lam 12 cm  
Lana di roccia 14 cm  
Intonaco per cappotto 1,5 cm

P.I.O.

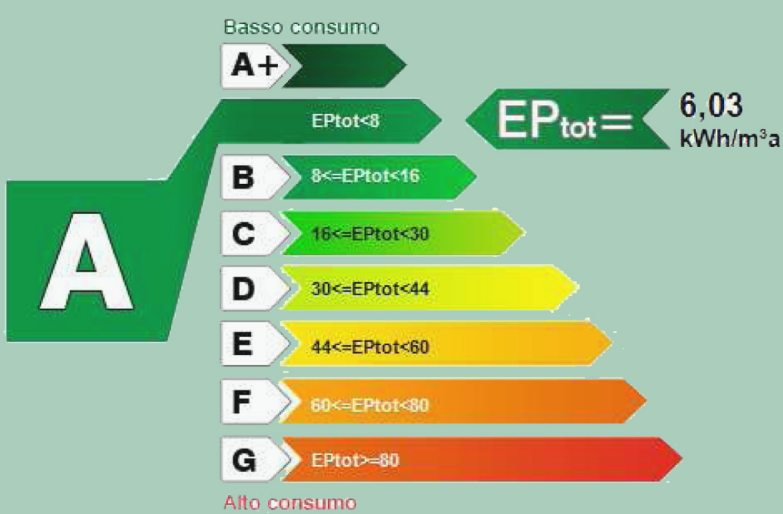
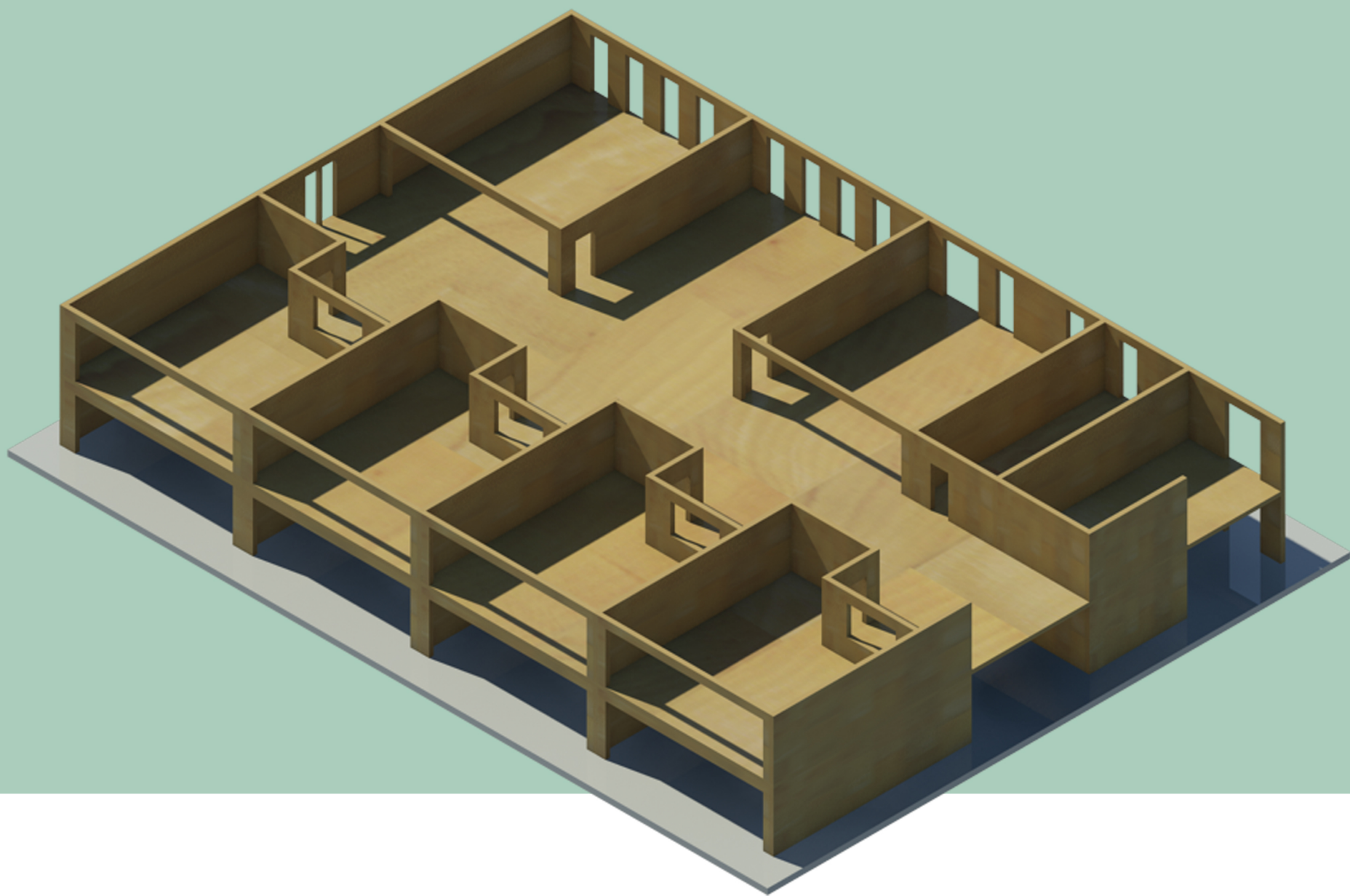
Pavimento in legno 1,5 cm  
Massetto finitura sabbia e cemento 5 cm  
Massetto in cls alleggerito 12 cm  
Isolante acustico 1 cm  
Pannello X-lam 20 cm  
Pannello Gessofibra 1,5 cm

C.O.S. 1

Membrana bituminosa  
Pannello OSB 1,5 cm  
Listellatura in abete 5x5 cm  
Membrana traspirante  
Lana di roccia 16 cm  
Barriera al vapore  
Pannello X-lam 20 cm  
Pannello Gessofibra 1,5 cm

C.O.S. 2

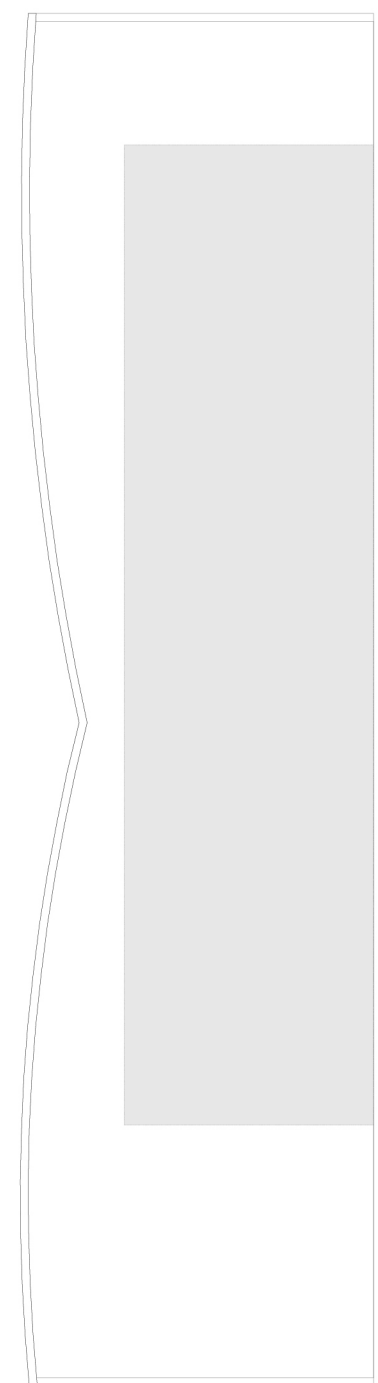
Diagonali legno lamellare  
sezione 10x20 cm  
Membrana in fibra di vetro e teflon



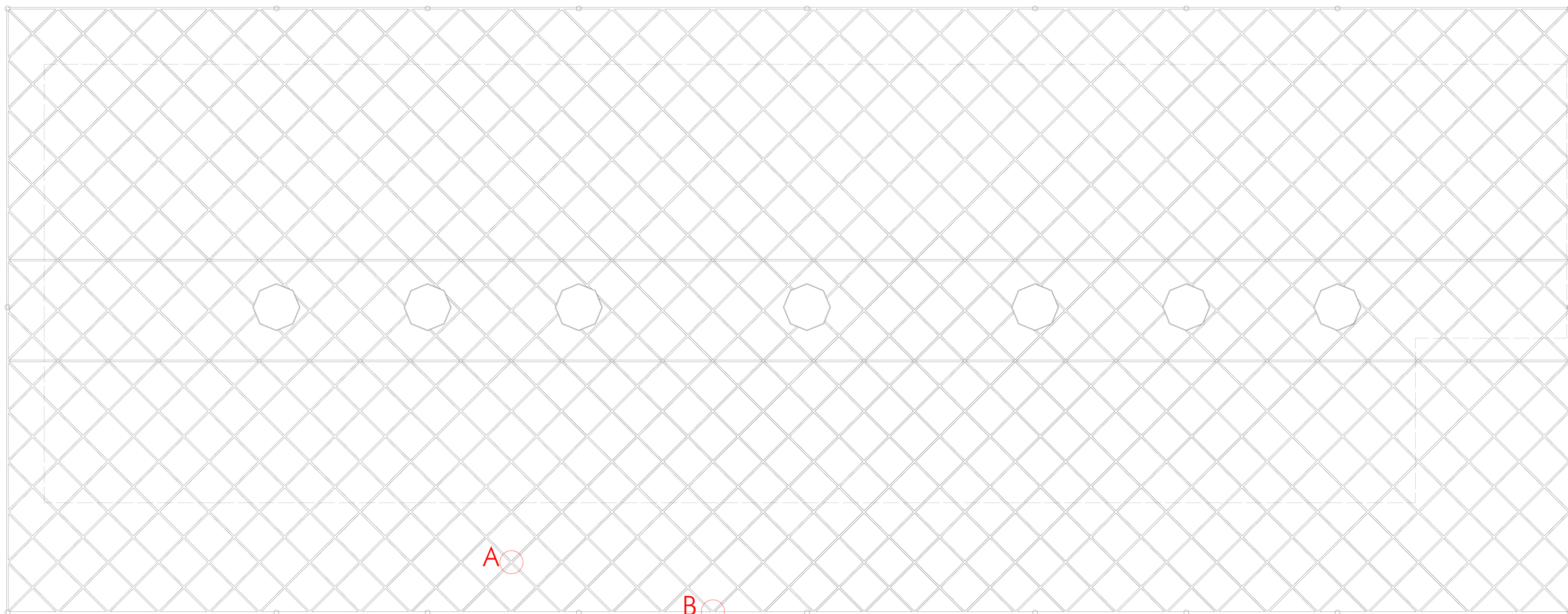
INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

INDICE	VALORE	kWh/m²anno
Totale (EPinv + EPest + EPacs + EPijl)	EPtot	6,03
Climatizzazione invernale	EPinv	6,01
Produzione acqua calda sanitaria	EPacs	0,02
Climatizzazione estiva (non calcolato)	EPest	-





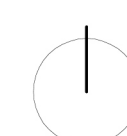
Profilo



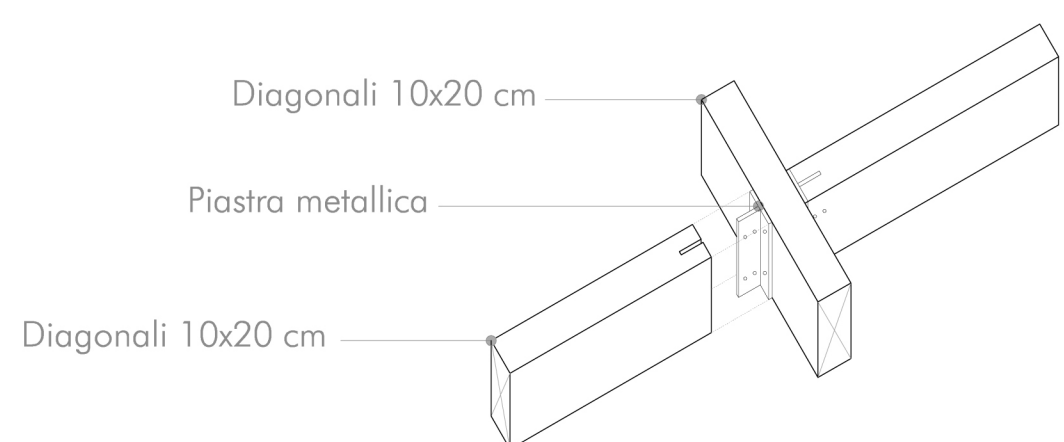
Pianta copertura in scala 1:200

A

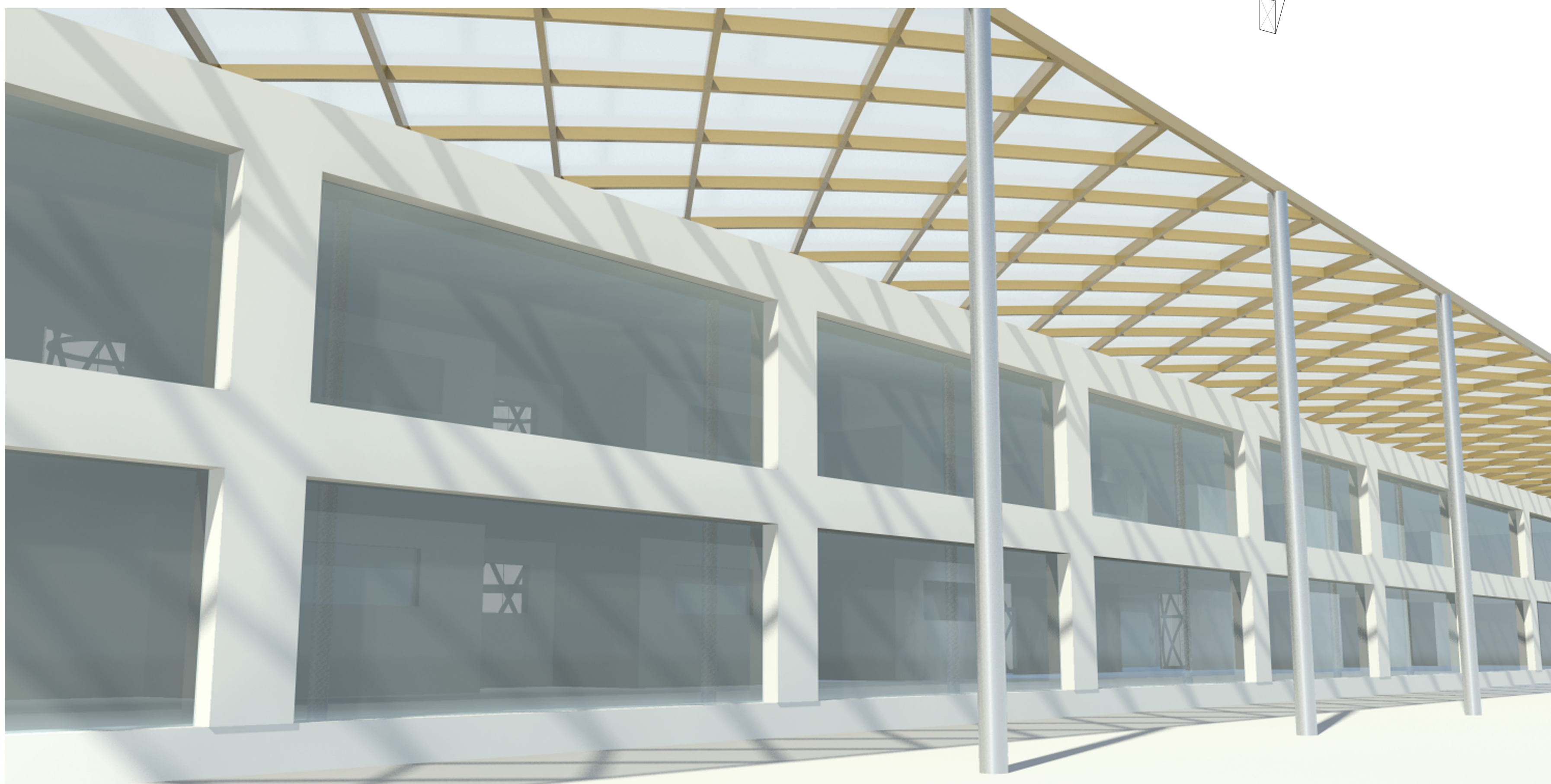
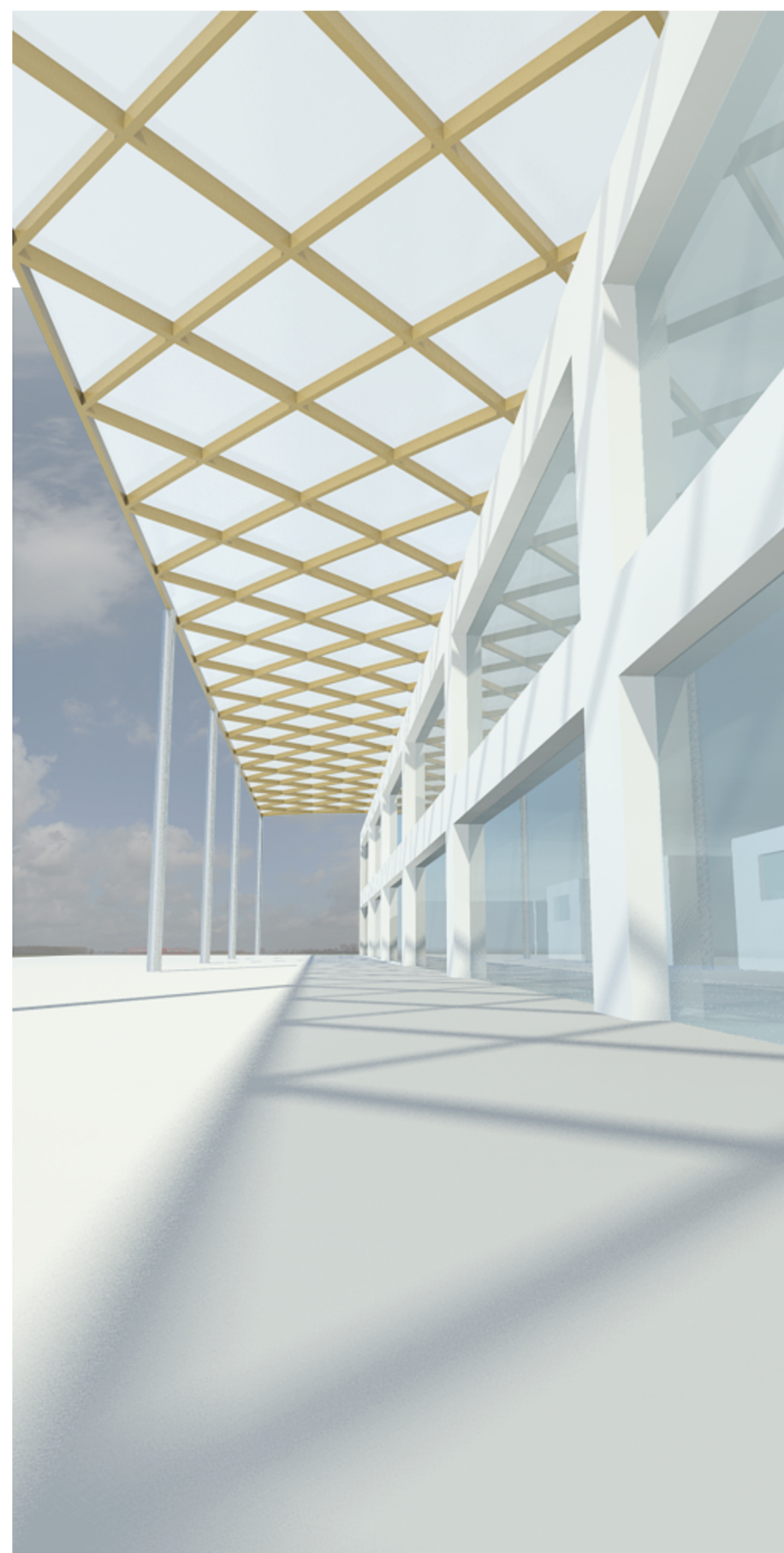
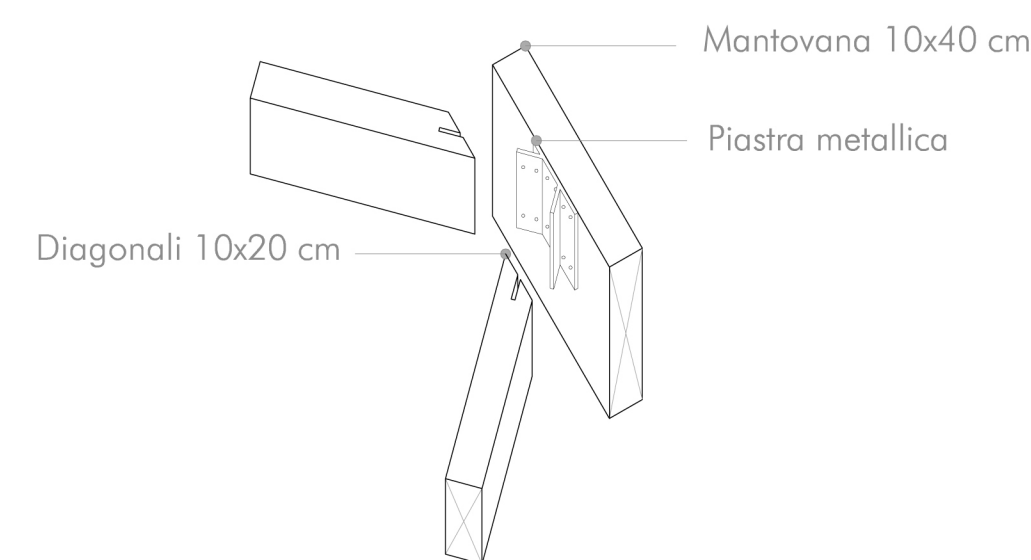
B



Particolare nodo A

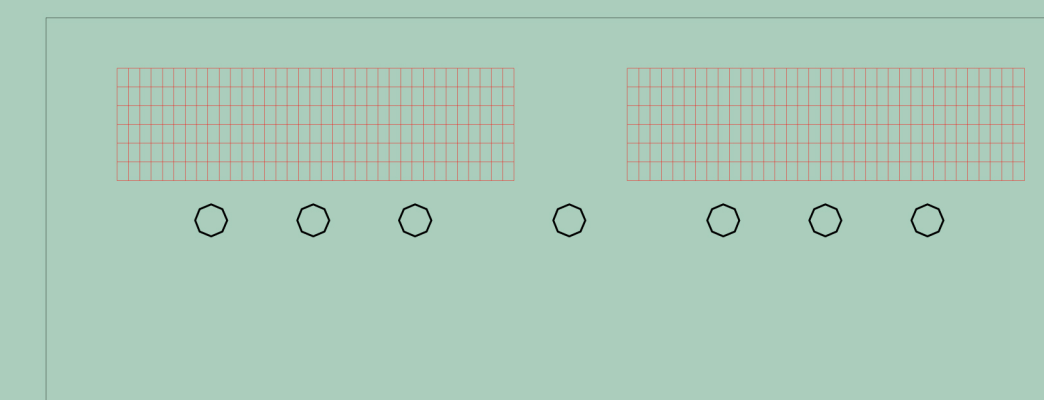


Particolare nodo B



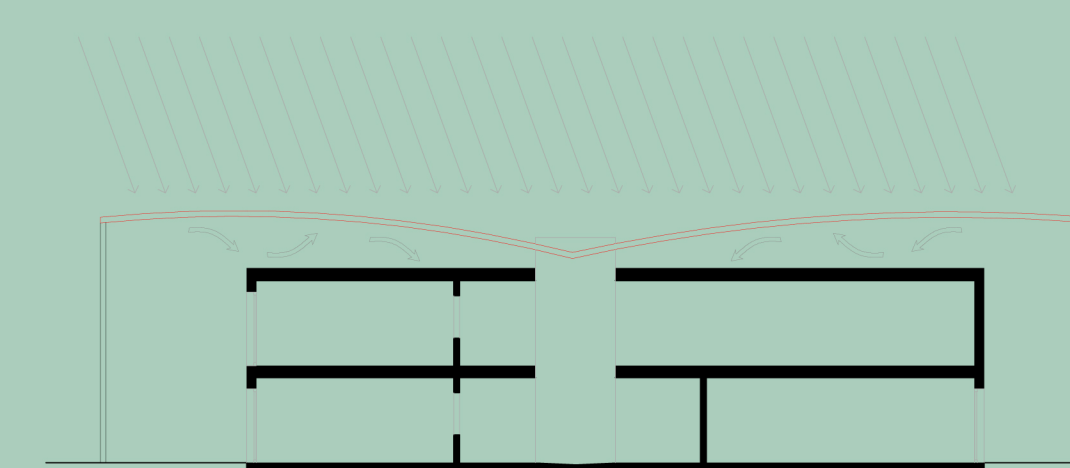
## Disposizione fotovoltaico in copertura

424 pannelli (1,65 m x 1 m)  
Inclinazione di 6° sull'orizzontale verso sud  
Potenza di picco in condizioni standard Wpv: 145,01 kW



## Funzioni della copertura

a\_ Evita il surriscaldamento del tetto caldo creando moti convettivi di aria



b\_ Schermatura dell' irraggiamento solare

